

ENSILAJE HUMEDO DE PESCADO (Cetengraulis edentulus),
CON DESECHOS DE FRUTAS TROPICALES,
PAPAYA (Carica papaya), PIÑA (Ananus comusus)
Y MARACUYA (Passiflora edulis).



FRANCISCO JOSE MARTIN RODRIGUEZ ARANGO.
JOSE ALBERTO TAMARIS CONTRERAS.
ARNOLFO SEGUNDO YANES PEÑA.

UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA PESQUERA
SANTA MARTA D.T.C.H
1995.

IP
00071
Ej 1

419464

ENSILAJE HUMEDO DE PESCADO (Cetengraulis edentulus),
CON DESECHOS DE FRUTAS TROPICALES
PAPAYA (Carica papaya), PIÑA (Ananus comusus)
Y MARACUYA (Passiflora edulis).



FRANCISCO JOSE MARTIN RODRIGUEZ ARANGO.
JOSE ALBERTO TAMARIS CONTRERAS.
ARNOLFO SEGUNDO YANES PEÑA.

Memorias de Grado
para optar al título de
INGENIERO PESQUERO.

Director
EDUARDO CABRERA DURAN
Ingeniero Pesquero

UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA PESQUERA
SANTA MARTA D.T.C.H
1995.

**Artículo 147 literal F del reglamento interno de la
Universidad del Magdalena:**

**El Presidente de memoria de grado y el Consejo examinador
no serán responsables de las ideas y criterios emitidos por
los autores.**

Nota de Aceptación.

Ing. Pesq. EDUARDO CABRERA DURAN

Director

M. Sc. ARMANDO ALFREDO LACERA RUA

Jurado

Ing. Pesq. OMAR JOSE CARRENO MONTOYA

Jurado

DEDICO :

A mi madre **DEBORITA**, quien ha sido mi guía espiritual.

A mi hermano **ELBER (ITO)**, quien es mi apoyo incondicional y consejero.

A mis hermanos **MABELITA, IVAN G. y JAVIER O.**

A mi padre **ELBER.**

quienes siempre han creído en mí.

A mi hijo.

A **EL MANO.** q.e.p.d.

A **BETTY MARGARITA.** q.e.p.d.

PAKIKO

DEDICO :

A quien todos los días le pide a Dios que me
vea con ojos de piedad, y con su mirada ilumina
mi camino.

A mi madre **ISMENIA MERCEDES CONTRERAS DAZA.**

A quien Dios protegerá hasta el ultimo instante
de su vida y le dará la fuerza para levantarse
cuando tenga tropiezos, mi hija **MARGARITA SOFÍA
TAMARIS BERMUDEZ.**

A mi padre **PEDRO TAMARIS CORREA.**

JOSÉ ALBERTO

DEDICO :

A mi madre **ALJADYS**, por su amor cariño y apoyo para guiarme por un buen camino para seguir adelante. Gracias a ti soy alguien en la vida.

A mi padre **ARNOLFO**, por su comprensión, cariño y por permitirme contar contigo en todo momento. Te aseguro que no te defraudaré.

A mis hermanos: **LUISA, JESÚS, WILSON, ERNESTO, MARLON, LOURDES**, por que siempre me estimularon a seguir adelante.

A mis **COMPAÑEROS y AMIGOS**.

Para todos ustedes, **MI TRIUNFO** y la promesa de un futuro mejor.

NOFO.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Nuestra **ALMA MATER, LA UNIVERSIDAD del MAGDALENA**, por que gracias a ella logramos la meta propuesta.

Señor **BLADIMIR ACOSTA**, estudiante del programa de Ingeniería Agronómica.

Señora **PATRICIA ARIAS de RODRÍGUEZ**, Administradora de Empresas y Gerente General de la empresa **PESCARIS S.A.**

Familia **BARLIZA de la ROSA**.

Señor **ANGEL BARRIOS**, Ingeniero Pesquero, y Auxiliar del Laboratorio de Química de la Universidad del Magdalena.

Señor **JESÓS BELTRAN**, Lic. en Física y Matemáticas y Docente de la Universidad del Magdalena.

Señor **CARLOS A. BOZON**, Ingeniero Pesquero.

Señor **EDUARDO CABRERA DURAN**, Ingeniero Pesquero, Director de Producción de la Empresa **LA SAMARIA** y Presidente de nuestro trabajo de investigación.

Señora **ROSALBA CAMPO**, Secretaria del laboratorio de Química de la Universidad del Magdalena.

Señor **JULIO CANDANOZA C.**, Ingeniero Químico y Profesor del programa de Ingeniería Pesquera de la Universidad del Magdalena.

Señor **OMAR JOSÉ CARREÑO MONTOYA**, Ingeniero Pesquero, Analista del laboratorio de Acuicultura del **C.P.P.P.T.** de la Universidad del Magdalena y Jurado de nuestro trabajo de investigación.

Doctor **ALVARO CEBALLOS ANGARITA**, Director del Centro Agropecuario del **SENA** de Gaira, Magdalena.

Señor **AROLDO DAZA**, Ingeniero Pesquero y director de la Estación Piscícola del Centro Agropecuario del **SENA** de Gaira, Magdalena.

Señor **PEDRO ESLAVA**, Ingeniero Pesquero y Director del **C.P.P.P.T.** de la Universidad del Magdalena.

Señor **ALVARO EMIRO ESPELETA MAYA**, Ingeniero Pesquero y Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Magdalena.

Señor **ANDRÉS FERNANDEZ QUINTERO**, Ingeniero Pesquero y Director del programa de Ingeniería Pesquera de la Universidad del Magdalena.

Señora **EDDIT GORDON**, Estudiante de grado del programa de Ingeniería pesquera de la Universidad del Magdalena.

Señora **ONEIDA GUARDIOLA**, Estudiante de grado del programa de Ingeniería Pesquera de la Universidad del Magdalena.

Señor **GUILLERMO GUTIERREZ CABALLERO**, Estudiante del programa de Ingeniería Pesquera de la Universidad del Magdalena.

Señor **ARMANDO ALFREDO LACERA RUA**, M. Sc. Químico, Director del Laboratorio de Química de la Universidad del Magdalena, y Jurado de nuestro trabajo de investigación.

Señor **REYNALDO LOBATO**, M. Sc. Ingeniero Agrónomo y Director del Laboratorio de Suelos de la Universidad del Magdalena.

Señora **CAROLINA LINERO**, Secretaria de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Magdalena.

Señorita **LINA MARÍA PABA MEYER**, Ingeniera de Sistemas y Directora del Laboratorio de Sistemas y Computo de la Universidad del Magdalena.

PESCARIS S.A., Empresa Comercializadora de Productos Pesqueros con sede en la ciudad de Bucaramanga.

Señor **JOAQUÍN A. POMARES BLEISE**, Estudiante del Programa de Ingeniería Pesquera de la Universidad del Magdalena.

Señor **RAMÓN ROCHA**, Auxiliar del Laboratorio de Suelos de la Universidad del Magdalena.

Señor **ELBER RODRÍGUEZ ARANGO**, Ingeniero de Sistemas y Presidente de la Junta Directiva de **PESCARIS S.A.**

Señora **MAGALLY SILVA**, Secretaria de la Decanatura de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Magdalena.

Los Señores: **VICTOR, MAGALIS, DAYSI, NELLIS, MYRIAN, ALVARO, PEDRO y JAIRO TAMARIS CONTRERAS.**

Señor **GUSTAVO TRIGO SANCHEZ**, Jefe de Instructores del Centro Agropecuario del **SENA** de Gaira, Magdalena.

Señor **FEDERICO F. VARELA E.**, Estudiante de grado del programa de Ingeniería Pesquera de la Universidad del Magdalena.

Señora **MARTA VILLADA BEDOYA**, Tecnóloga en Microbiología de Alimentos y Directora del Laboratorio de Microbiología de Productos Pesqueros del **C.P.P.P.T.** de la Universidad del Magdalena.

Y a todas las demas personas que de una u otra forma contribuyeron al logro de nuestros objetivos.

CONTENIDO

	Pág
1. INTRODUCCION +	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA +	2
1.2 ANTECEDENTES	4
1.2.1 Desarrollo del ensilado en América	13
1.2.1.1 Ensilado de pescado en el Brasil	14
1.2.1.2 Ensilado de pescado en Argentina	16
1.2.1.3 Ensilado de pescado en Costa Rica	17
1.2.1.3.1 Utilización comercial en Costa Rica	19
1.2.1.4 Ensilado de pescado en Cuba	22
1.2.1.5 Ensilado de pescado en Chile	22
1.2.1.6 Ensilado de pescado en Perú	23
1.2.1.7 Ensilado de pescado en Uruguay	26
1.2.1.8 Ensilado de pescado en Venezuela	29
1.2.1.9 Ensilado de pescado en Norte América, como fertilizante	32
1.2.1.10 Ensilado de pescado en Colombia	32

	Pág
1.3	MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL 37
1.3.1	Calidad de los ensilados de pescado 38
1.3.2	Continentes para ensilaje 40
1.3.3	Ensilados Biológicos 44
1.3.4	Ensilados Químicos 47
1.3.5	Caracterización de las frutas utilizadas como materia prima 52
1.3.5.1	Piña (<u>Ananus comusus</u>) 52
1.3.5.1.1	Variedades 53
1.3.5.1.2	Valor nutritivo y usos 54
1.3.5.1.3	Clima y suelos 55
1.3.5.1.4	Siembra de la plantación 56
1.3.5.1.5	Cosecha y post cosecha 56
1.3.5.2	Maracuyá (<u>Passiflora edulis</u>) 60
1.3.5.2.1	Valor nutritivo y usos 61
1.3.5.2.2	Distribución geográfica 62
1.3.5.2.3	Origen y botánica 63
1.3.5.2.4	Variedades 65
1.3.5.2.5	Aspectos fisiológicos 66
1.3.5.2.5.1	Floración 66
1.3.5.2.5.2	Polinización 66
1.3.5.2.5.3	Fecundación 67
1.3.5.2.6	Clima y suelos 67
1.3.5.3	Papaya (<u>Carica papaya</u>) 70

	Pág
1.3.5.3.1 Descripción de la especie	70
1.3.5.3.2 Clima	71
1.3.5.3.2.1 Temperatura	71
1.3.5.3.2.2 Humedad	71
1.3.5.3.2.3 Vientos	72
1.3.5.3.3 Suelos	72
1.3.5.3.4 Cosecha	72
1.3.5.3.5 Producción	72
1.3.5.3.6 Usos	73
1.3.6 Caracterización de la bocona (<u>Cetengraulis edentulus</u>), como materia prima	74
1.3.6.1 Clasificación Taxonómica	77
1.3.6.2 Distribución	77
1.3.6.3 Importancia pesquera	78
1.3.6.4 Datos de captura	78
1.3.6.5 Información Biológico pesquera	78
1.3.6.5.1 Desove	78
1.3.6.5.2 Talla mínima de madurez	78
1.3.6.5.3 Depredadores de la bocona	79
1.3.6.6 Características de las artes de pesca	79
2. JUSTIFICACION †	80
3. OBJETIVOS ✓	81
3.1 OBJETIVO GENERAL ✓	81
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS †	81

	Pág
4. FORMULACION DE LA HIPOTESIS	84
5. DISEÑO METODOLOGICO	85
6. MATERIALES Y METODOS	86
6.1 METODOLOGIA	86
6.1.1 Adquisición y recepción de la materia prima	86
6.1.2 Lavado de la materia prima	87
6.1.3 Triturado y fermentado	87
6.1.4 Descabezado, eviscerado y triturado	87
6.1.5 Lecturas de pH inicial	88
6.1.6 Análisis Bromatológicos de la materia prima	88
6.1.7 Homogenizado	88
6.1.8 Envasado	88
6.1.9 Determinación de análisis Bromatológicos y Microbiológicos iniciales	89
6.1.10 Sellado de los frascos	89
6.1.11 Almacenamiento	89
6.1.12 Selección de relaciones aptas para consumo	90
6.2 CONTROL DE CALIDAD	90
6.2.1 Análisis Bromatológicos	90
6.2.2 Análisis Organolépticos	91
6.2.3 Lecturas de pH	92

	Pág
6.2.4	Análisis Microbiológicos 92
7.	SELECCION Y MEDICION DE LAS VARIABLES 94
8.	DETERMINACION DEL UNIVERSO GEOGRAFICO Y TEMPORAL DEL ESTUDIO 97
8.1	FORMA DE OBSERVAR LA POBLACION 97
8.2	TECNICAS E INSTRUMENTOS UTILIZADOS EN LA RECOLECCION DE INFORMACION 98
9.	RESULTADOS Y DISCUSION 99
9.1	CONTROL DE CALIDAD DE LA MATERIA PRIMA 99
9.1.1	Análisis Bromatológicos 101
9.1.2	pH 103
9.1.3	Análisis Organolépticos 104
9.1.4	Análisis Microbiológicos 105
9.2	CONTROL DE CALIDAD DE LOS ENSILADOS 106
9.2.1	Análisis Bromatológicos 106
9.2.2	pH 110
9.2.3	Análisis Organolépticos 120
9.2.4	Análisis Microbiológicos 125
9.2.5	Análisis preliminar de costo del producto 127
9.2.5.1	Muestra de cálculos 128
10.	CONCLUSIONES 130
11.	RECOMENDACIONES 134
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 138
	ANEXOS 143

LISTA DE GRAFICOS

	Pág
GRAFICO 1. Código 0-3-1 pH Vs Tiempo	111
GRAFICO 2. Código 0-3-2 pH Vs Tiempo	111
GRAFICO 3. Código 0-3-3 pH Vs Tiempo	112
GRAFICO 4. Código 0-4-3 pH Vs Tiempo	112
GRAFICO 5. Código 0-6-3 pH Vs Tiempo	114
GRAFICO 6. Código 0-7-3 pH Vs Tiempo	114
GRAFICO 7. Código 0-8-3 pH Vs Tiempo	115
GRAFICO 8. Código 0-9-3 pH Vs Tiempo	115
GRAFICO 9. Código 1-0-2 pH Vs Tiempo	117
GRAFICO 10. Código 1-0-3 pH Vs Tiempo	117

LISTA DE TABLAS

	Pág
TABLA 1. Codificación de relaciones de ensilados	99
TABLA 2. Análisis Bromatológicos de las materias primas (base húmeda)	101
TABLA 3. Clasificación del pescado según su contenido de grasa y proteína	102
TABLA 4. Valores de pH para materias primas	104
TABLA 5. Codificaciones para Análisis Organolépticos	104
TABLA 6. Análisis Organolépticos en función del tiempo, para materias primas	105
TABLA 7. análisis Bromatológicos iniciales (base húmeda)	109
TABLA 8. Análisis Bromatológicos (base húmeda) de las relaciones estables al final del proceso de ensilado	110
TABLA 9. Valores de pH durante el proceso de ensilado	118

	Pág
TABLA 10. Valores de pH para las relaciones sin deterioro, a los sesenta (60) días de almacenamiento	119
TABLA 11. Análisis Organolépticos en función del tiempo	123
TABLA 12. Análisis Organolépticos para las las diez (10) relaciones de ensilado finales (al cabo de sesenta días)	125
TABLA 13. Análisis Microbiológicos iniciales (día cero)	126
TABLA 14. Análisis Microbiológicos finales (día 30)	127
TABLA 15. Costos variables en la producción de ensilaje de pescado con frutas tropicales	127
TABLA 16. Costos fijos en la producción de ensilaje de pescado con fruta tropicales	128

RESUMEN

Los ensilados de pescado se desarrollaron como suplemento nutricional para la alimentación animal, desde el siglo pasado en diversos países europeos, hasta extenderse a otros continentes.

La presente investigación efectuada en el Centro Planta Piloto Pesquera de Taganga estuvo dirigida a la obtención de ensilado húmedo de pescado con desechos de frutas tropicales en diferentes relaciones y mezclas de estas.

La elaboración del ensilado biológico se fundamentó en una previa producción de fermentos, esta técnica emplea los microorganismos lácticos y enzimas presentes en frutas comerciales en la región, de las cuales se seleccionaron la Piña (Ananus comusus), Papaya (Carica

papaya), y Maracuyá (Passiflora edulis), y sus enzimas (Bromelina, Papaina, y Proteaza).

Los desechos de frutas, una vez fermentados fueron mezclados en diferentes relaciones con pescado así: pescado: frutas o mezcla de estas (1:1, 1:2, 1:3, 2:1), al final del período de estudio (Treinta días), se logró obtener diez relaciones en estado aceptable, significando esto que se logró un éxito del 25% en las relaciones.

Los ensilados preparados y almacenados presentaron modificaciones al cabo de los días, tales como cambios en los valores de pH, color, fluidez y aroma, produciendose gases en el interior de los contenedores.

SUMMARY

Silage of fish has been produced as a nutritional supplement for animal food, since the past century in different european countries, and now on other continents.

The present study was done at the Pilot Fisheries Center in Taganga, and was directed at the production of moist silage of fish along with by-products of tropical fruits in different proportions and mixtures.

The elaboration of biológico silage was based on the previous production of fermentation, this technique used lactic microorganisms and enzymes present in commercial fruit produced in the región, from which we selected Pineapple (Ananus comusus), Papaya (Carica papaya) and Maracuyá (Passiflora edulis), and their enzymes

Bromeline, Papaine and Proteaze.

The fruit by-products, once fermented, were mixed in different proportions with fish in the following ratios (fish/fruit: 1:1, 1:2, 1:3, 2:1), after 30 days, we obtained 10 preparations with an acceptable state, which meant that we achieved a success rate of 25 % in the preparations.

The silage prepared and stored presented modifications over the time of the evaluation, such as changes in the values of pH, color, fluidity and aroma, with gases being produced inside the containers.

1. INTRODUCCION

1

El objetivo fundamental de cualquier ensayo de conservación de un alimento es mantener el producto deseado bajo condiciones óptimas (Microbiológica y Nutricionalmente) para su posterior utilización.

Los procesos de conservación, y en especial el de productos como el ensilado de pescado con desechos de frutas, son muy antiguos y las razones para utilizarlo son las de proteger el material de la acción de la lluvia, calor y del viento.

La investigación propuesta, intitulada Ensilaje Húmedo de pescado (Cetengraulis edentulus) con desechos de frutas tropicales, Piña (Ananus comusus), Papaya (Carica papaya) y Maracuyá (Passiflora edulis), tiene como finalidad

evitar la adición de ácido fórmico como agente de ensilado y a la vez determinar la función de la fermentación sin aplicación de otros ácidos, y determinar el papel que juegan las enzimas Bromelina, Papaina y Proteasa de la piña, papaya y maracuyá respectivamente como inhibidores de fermentación y desdoblamiento de la proteína.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Referente al "Ensilaje de pescado" está establecido que ocurre hidrólisis ya sea por el agregado de ácidos orgánicos y/o minerales, o por la inclusión de Bacterias, lo cual permite la aparición de Amino-Ácidos Libres (AAL) en el sistema a expensas de las proteínas que constituyen el tejido del material pesquero.

La mezcla de una masa de pescado o sus residuos, permite intrínsecamente el control de las bacterias de la putrefacción, las cuales no son capaces de desarrollarse al alcanzar el producto un pH igual o menor a 4.0.

No obstante, estos procedimientos llevan implícitos efectos pronunciados que deterioran la calidad de la proteína,

apareciendo disminución de la digestibilidad en comparación a otros métodos de ensilaje. En adelante, en el producto terminado resulta una alta acidez que debe neutralizarse con bases diluidas (por ejemplo Carbonato de sodio o hidróxido de sodio) para que el ensilado pueda ser aplicado en NUTRICION ANIMAL.

Desde este punto de Vista nutricional, ácidos orgánicos como el FORMICO, son una mejora en el proceso de ensilaje porque son más fácilmente tolerables por el sistema gástrico de los animales. Pero los ácidos minerales como el clorhídrico o el sulfúrico son de menor costo aunque su manipulación es mas riesgosa, y no son tolerables por el sistema gástrico de los animales.

un parrafo / que no debe estar aqui

Por otro lado, en nuestro país hay problemas actuales para la importación de ácidos debido a que muchos de ellos son agentes directos o precursores para la extracción y purificación de sustancias psicoactivas (Cocaína, Morfina, etc). La elaboración de ensilados de pescado, mediante la utilización de materiales agrícolas de la propia región, tales como Piña, Maracuyá, Papaya y otros de tal forma que los sub-productos y desechos de estas frutas puedan ser

usados como fuentes de enzimas (Bromelinas, Papaina y otros) capaces de realizar la hidrólisis de los tejidos del pescado. lo anterior implica conocer cuál (es) fruta (s) o mezcla de ellas con diversas cantidades de pescado produce (n) el (los) mejor (es) resultado (s) de ENSILAJE desde los puntos de vista Microbiológico, Bromatológico y Organoléptico.

1.2 ANTECEDENTES

La Bocona (Cetengraulis edentulus) es una especie marginal de poco valor comercial y se encuentra entre 50 y 60% como pesca acompañante de Lisa (Mugil incilis), Mapalé (Cathurox spixi), Lebranche (Mugil lisa), Mojarra (Carex cinereas). Los desechos de frutas como piña (Ananus comusus), papaya (Carica papaya) y maracuyá (Passiflora edulis), abundan en la ciudad de Santa Marta, siendo de fácil adquisición en las Industrias de procesamiento de frutas o en el mercado público.

Independientemente del producto alimenticio de que se trate, la finalidad y los fundamentos del ensilaje son siempre los mismos. Por ende es preciso especificar que el

ensilado es un material preparado sin sustancias de adición.

Durante el proceso de Ensilaje, los cambios que aparecen son:

a) La respiración de las células de los desechos de las frutas continúa dando como resultado la producción de CO_2 , la utilización de hidratos de carbono sencillos y un exceso de agua que fluye de la masa como consecuencia de estos acontecimientos bioquímicos y de la mecánica del pescado y de los desechos de frutas. Estos procesos van acompañados de desprendimiento de calor.

b) La producción de ácido acético en pequeñas cantidades por organismos del grupo Coli y otros es un proceso de corta duración.

c) La iniciación de la fermentación láctica que depende de la actividad de los fermentos del ácido láctico, láctobacilos y estreptococos, sobre los carbohidratos.

d) Después de este proceso, se pasa a una etapa de reposo durante la cual la producción de ácido láctico llega por un máximo y sigue constante de 1-1.5% del material fresco, manteniéndose éste a un pH constante e inferior a 5.2.

e) El ataque por organismos productores de ácido butírico tanto en los hidratos de carbono solubles residuales como en el ácido láctico ya formado, Lo cual va acompañado, en los casos extremos, de una desaminación de aminoácidos, con la formación de ácidos grasos más volátiles, así como de amoníaco y posiblemente de una descarboxilación.

Entre los problemas del ensilaje, en cuanto se refiere a las técnicas propiamente dichas, se pueden enumerar:

1. Las pérdidas por la respiración celular según se comentó con anterioridad en el literal (a).

2. El estímulo de la producción de ácido láctico y su dependencia de los fermentos.

{ El ensilado según la definición dada por STOTZER es "un

forraje verde que en condiciones definidas, ha experimentado una fermentación espontánea en el curso de la cual ha conservado de forma duradera, sabor y cualidades sanitarias". } La práctica del ensilado consiste en almacenar material agrícola o de origen animal en fosas o cavidades hechas en el suelo, en depósitos cerrados o descubiertos, los cuales se conocen como silos. El objeto de un ensilaje es conservar forraje u otros productos en un estado semejante al que poseen cuando frescos.

En la investigación experimental son muy importantes los silos a escala piloto y los microsilos de laboratorio. Según BARNETT el ensilaje en silos piloto permite almacenar suficiente cantidad de material para efectuar ensayos en ganado vacuno.

Cuando se quiere realizar experimentos previos con menos cantidad de material se usan microsilos de laboratorio (4,5,6,7). Con éstos es posible obtener información sobre el efecto que tienen las bacterias en las transformaciones químicas del ensilaje. También se logra evaluar la producción de CO_2 , NH_3 y otros gases; pérdidas por respiración, pérdidas por materia seca y de nutrientes,

composición del líquido que fluye.

En lo referente al ensilaje de pescado se ha podido efectuar la hidrólisis ácida o por inclusión de bacterias, facilitando el proceso fermentativo y el rompimiento de moléculas protéicas; por lo cual la "Pasta de pescado o ensilado de pescado" se ha constituido en diversos países en un producto muy apreciado para avicultores y ganaderos.

En Uruguay en 1956 y 1957 se produjeron 350 a 500 toneladas de ensilaje respectivamente (Lacera, 1982).

Una manera de controlar el daño del pescado se fundamenta en la aparición del ácido láctico debido a la fermentación por bacterias (KREUZER, 1954), siendo los carbohidratos los principalmente transformados.

La temperatura óptima para la degradación del azúcar por acción de Plantarum lactobacillum, se encuentra entre 25 y 30°C (77 - 86)°F. Tiene lugar un ligero incremento en el contenido nitrogenado del ensilaje a 20°C (70)°F, incrementandose también los aminoácidos libres.

En un estado temprano de la degradación del pescado, las bacterias se desarrollan lentamente en el músculo pero más rápidamente en piel, agallas y otras partes externas, (Horie y Sekine, 1954). Un cierto grado de rompimiento por autólisis libera aminoácidos, presumiblemente como prerequisite para un ataque más vigoroso de las bacterias en la carne del pescado (Kovaleva, 1956).

Betabacterium buchneri utiliza ácido glutámico como fuente de energía (V. Meyer 1956), y no puede utilizar carbohidratos para éste propósito. A pesar del contenido relativamente alto de aminoácidos libres (entre 3 - 7) en el músculo del pescado (B. Ranke, 1959), su cantidad no es suficiente sino para el crecimiento inicial.

En pescados marinos la cantidad de aminoácidos libres disminuye después que las bacterias han invadido e iniciado la putrefacción del tejido. Según Siebert 1958, no encontró evidencia de A.A. libres en el pescado, existe la posibilidad que la bacteria invasora esté utilizando aminoácidos en el músculo de pescado para iniciar su crecimiento. En el estadio más temprano, una suficiente cantidad de aminoácidos será liberado mediante autólisis.

Esto a su vez permite un crecimiento bacteriano más rápido; pero también allá podría haber una inhibición de las enzimas que pueden controlar el proceso autolítico.

Este proceso podrá servir para dos propósitos:

a. Retardar la autólisis y posteriormente originar cambios en el olor y el sabor.

b. Reducir la tasa de crecimiento de bacterias dañinas, necesitando más aminoácidos libres que logren estar más disponibles en el músculo del pescado.

El daño parece ser el resultado de un efecto combinado de autólisis y acción microbiana. La autólisis es efectuada por enzimas del tejido y ésta parece ser la forma para el desarrollo microbiano. Los microorganismos contribuyen al daño, unos a otros, directamente por su crecimiento o indirectamente por excreción de enzimas, las cuales ejercen una acción desintegradora en el tejido huésped. No parece justificable hablar de un daño especial de la microflora,

puesto que ésta depende enteramente de condiciones para el crecimiento bacteriano creado por un proceso autolítico.

Lacera, Soto, Puerta y Steer 1986, determinaron valores de proteína en ensilado de lisa (Mugil incilis), Macabí (Eloup saurus), y Tiburón (especies más comunes de la zona), entre 15.64 y 19.14%, encontrándose una relación directa entre la desaparición del nitrógeno protéico y la aparición del nitrógeno no protéico, como resultado de la acción hidrolítica del tiempo. Estos autores establecieron, además diferencias en la acción hidrolítica del ácido fórmico al elaborar ensilado de pescado en sistemas de almacenamiento oscuro y claro, ya que en éste último caso, se observó una menor actividad del mencionado ácido, quizás debido a su degradación por la acción de la luz.

Según lo anterior es importante señalar la importancia del ensilaje en la alimentación:

- a. Para mantenimiento, proporcionando al animal la energía y las proteínas necesarias para mantener su salud y su peso corporal.

b. En la producción de leche y grasa (ganado), el ensilaje representa una parte útil en la producción, según sea su valor nutritivo.

c. Numerosas investigaciones en varios países han demostrado que el ensilado es un constituyente de la dieta, tanto en el desarrollo como en el engorde del animal.

d. En las primeras etapas de crecimiento, los animales necesitan una generosa provisión de vitaminas para continuar su desarrollo y conservar su salud, e igualmente requieren de proteínas y minerales para construir sus estructuras óseas y musculares.

e. Una vez que se ha desarrollado el sistema digestivo del animal joven, será muy beneficiosa la inclusión, en su digerible y rico en nutrientes y vitaminas; de manera que el ensilado de pescado será cada vez más prominente en la ración, a medida que el animal aumenta de tamaño.

f. A diferencia de otros ácidos, el fórmico tiene la

ventaja de ser metabolizado en el intestino de los animales, más fácilmente. }

Se ha desarrollado experimentos comparativos, alimentando vacas a nivel casero con heno, paja y avena pulverizada y con ensilaje de pescado respectivamente. Se encontró al final que el resultado fué favorable para aquellas que recibieron dietas complementarias con proteínas las cuales tuvieron un incremento mayor en su peso.

1.2.1 Desarrollo del ensilado en América. Se ha descrito una docena de técnicas de ensilado, prevaleciendo en general en todas ellas una gran versatilidad para la fabricación del producto en forma líquida. El empleo de materias primas de bajo costo utilizadas para su elaboración, han logrado ubicarlo como un producto sumamente económico en la nutrición de diversas especies de animales domésticos, e incluso los producidos en acuicultura.

La posibilidad de integrar otros insumos del sector primario al pescado ofertado por la pesca industrial, la

pequeña pesquería o la acuicultura, son aspectos que merecen ser estudiados en torno a la tecnología del ensilado.

1.2.1.1 Ensilado de pescado en el Brasil. En la región amazónica del Brasil, la cría de animales de pequeño porte y el incremento de la piscicultura intensiva, junto a dificultades para la instalación de una fábrica de harina de pescado, han estimulado el desarrollo de la producción artesanal de ensilado biológico de pescado, con la finalidad de elaborar raciones balanceadas de bajo costo.

La elaboración de ensilados biológicos se fundamenta en una previa fabricación de fermentos. Esta técnica utiliza los microorganismos lácticos y enzimas existentes naturalmente en vegetales oriundos de la región de Manaus, dichos vegetales seleccionados fueron el repollo (Brassica oleracea), papaya (Carica papaya), banana (Musa sapientum) y mandioca (Manihot esculenta), entre otros. Los fermentos fueron preparados en proporciones del 5 %, 10%, y 15% en relación al pescado a ensilar. Los residuos estuvieron integrados por vísceras de Tambaqui, Colossoma spp y Jaraqui, y se molieron mecánicamente (0.5 mm de ϕ).

En la Universidad Federal Fluminense de Niteroi (Rio de Janeiro) se obtuvo un ensilado con residuos de sardina (Sardinella brasiliensis) para la formulación de raciones de bajo costo para aves. La técnica empleada utilizó ácido fórmico al 85% sobre residuo triturado por molino eléctrico helicoidal con disco de orificio de 10mm de diámetro. Los residuos utilizados fueron sardina entera no apta para la industrialización en conserva por daños mecánicos ocurridos durante la manipulación. Las sardinas, recogidas directamente de la fábrica de conservas, fueron colocadas en barriles de madera con capacidad para 100 Kg y transportados a los laboratorios de la facultad. Concluyen los autores que el uso del ácido fórmico para fabricar ensilados ácidos de pescado es satisfactorio; en el tiempo de estudio el producto fue estable y no se tuvo problemas de putrefacción ni cambios en el pH.

1.2.1.2 Ensilado de pescado en Argentina. En el Instituto Nacional de Investigaciones y Desarrollo Pesquero (INIDEP) de Mar del plata se ha venido trabajando en ensilados de tipo ácido, termino por medio del cual Barral, Castañon y Col, designaron a un producto líquido obtenido por digestión del pescado entero o sus partes, utilizando sus propias enzimas. Las experiencias se efectuaron empleando

residuos de merluza (Merluccius hubbsi), residuos de lenguado (Paralichthys spp) y anchoita (Engraulis anchoita) entera.

Para el proceso se utilizaron tanques de material plástico de 50 y 100 litros de capacidad, en los cuales se colocó el pescado molido o troceado (caso de la anchoita) junto con ácido sulfúrico (grado técnico diluido al 25%) en proporciones de 5% (P/P). El proceso se verificó a temperatura ambiente 18°C y a 37 - 40°C en experiencias menores, ayudado por agitaciones periódicas hasta lograr la licuefacción del producto. El pH final llegó a 2.0 - 2.5 y durante los primeros días se adicionó ácido para mantener esos valores.

1.2.1.3 Ensilado de pescado en Costa Rica. Entre los años 1982 y 1984 en la Estación Agrícola los Diamantes de Costa Rica, se efectuaron diferentes pruebas de ensilados de pescado utilizando Tilapia y distintas fuentes de carbohidratos (camote , banano verde y yuca).

El objetivo de dichos trabajos estuvo dirigido a disminuir

los costos de producción de cerdos, los cuales fueron habituados al consumo de ensilado antes de iniciar las pruebas.

Esta experiencia costarricense es sumamente importante por cuanto realiza un intento práctico de los denominados "cultivos integrados", ya que un menor costo de la producción de cerdos iba estrechamente vinculado a un reciclaje de materia orgánica, los desechos orgánicos se utilizaron para el cultivo de Tilápia (en la fertilización de los estanques), y a su vez la totalidad de las cosechas se aprovechó en la fabricación de ensilados para la alimentación de los mismos cerdos.

Cabe destacar que la Tilápia fué producida por cultivo para este único fin, por lo cual la metodología aplicada no fué dirigida a la producción de peces comerciales, sino a la producción de biomasa.

La técnica de ensilaje utilizada fué muy particular y se asemeja sustancialmente al proceso empleado para ensilar forrajes. Se prepararon ensilados con Tilápia + camote;

Tilápia + yuca; y Tilápia + banano verde.

En cada ensayo, las materias primas fueron introducidas separadamente en una máquina picadora de pasto; las frutas tropicales usadas se molieron con 24 horas de antelación para facilitar la pérdida de su exceso de agua. A las materias primas molidas y pesadas de acuerdo a las proporciones establecidas se les adicionó 2.5% (P/P) de sal común y luego se procedió a su mezclado con palas. Los continentes usados como silos, consistieron en tubos de cemento tipo alcantarilla (no se especificaron medidas), con uno de sus extremos tapado y un pequeño orificio en la parte terminal para liberación de gases y líquidos (sangradero).

Las materias primas mezcladas (pescado + frutas + sal) fueron volcadas en el interior del tubo y una vez completada la carga se colocó una lámina de plástico y sobre ella una capa de tierra compactada de unos 20 cm de espesor. El proceso de ensilaje anaeróbico se verificaba en unos 5 días. En general, se abría el silo una vez por mes aproximadamente, y luego de retirar el producto necesario se cerraba cuidadosamente otra vez para evitar procesos

putrefactivos.

El producto obtenido era de color amarillento y con un fuerte olor a ácido láctico; no se proporcionaron datos sobre su composición, pero se asume que fué utilizado como único alimento para los cerdos.

1.2.1.3.1 Utilización comercial en Costa Rica. La empresa ALPOCE (Alimentos Porcinos Centroamericanos S.A), produce comercialmente un ensilado ácido de pescado desde Septiembre de 1988.

Las materias primas utilizadas provienen de diversas empresas pesqueras privadas de los alrededores de la ciudad de San José y consisten sobre todo en residuos (cabezas y espinazos) de pescado magro, sin vísceras, ya que éstas se eliminan a bordo inmediatamente después de la captura.

Ciertas empresas costarricenses procesan Tilápia proveniente del acuicultivo para la exportación de filetes frescos por vía aérea a EE.UU., y cuando están

disponibles, los residuos también se utilizan para el ensilado.

También han empleado con éxito camarón o sus residuos y tuvieron ciertas dificultades con el uso de Langostas o sus residuos; en general la oferta de materia prima excede largamente su capacidad de producción.

Las materias primas se transportan en camión a la planta procesadora de ensilado en bidones de plástico (recipientes cilindricos) de unos 20 litros de capacidad. En la planta, el pescado o los residuos se mezclan con ácido acético agregado en proporciones variables hasta llegar a Ph 2.5 (medido con papel indicador de pH) y se dejan reposar por espacio de 24 horas. Luego se le agrega ácido fórmico y ácido fosfórico en cantidades no precisadas, y dicha mezcla se pasa primero por una troceadora y luego por un cutter para homogeneizado. El producto es almacenado en tanques plásticos con capacidad de 100 Kg., hasta por seis meses sin inconvenientes. Dicha empresa ensayo ensilados biológicos empleando levaduras (sin especificar), pero la limitante que encontraron fué que los huesos se disgregaban y que la preservación del producto no superaba los 30 días.

Cuando el ensilado ácido es preparado para consumo inmediato se evita que el Ph descienda de 3.0, y se le adiciona mezcla en cantidades variables, junto con harina de carne al 43% de proteína bruta para compensar la composición del alimento por el agregado de aquella. En este caso el pescado representa el 70% del ensilado y un 30% la harina de carne y la melaza; ésta última se adiciona en cantidad suficiente, a la mezcla para lograr una ingesta de 3000 Kcal/día en ciertas categorías de cerdos en crecimiento.

Los resultados obtenidos en el criadero comercial de cerdos han demostrado que la utilización del ensilado representa en términos económicos un 30% de ahorro en el rubro, costos por ración.

1.2.1.4 Ensilado de pescado en Cuba. En Cuba se producen ensilados químicos y biológicos de pescado a nivel industrial. Si bien no se conoce mucha información al respecto, se sabe que la fuente de carbohidratos utilizada es la melaza, subproducto de la industria de la caña de azúcar. Se utiliza pescado descartado y residuos. La

proporción de pescado a melaza es 1:1 y al producto así obtenido se le adiciona alrededor de un 30% de maíz (Lupin, H.M., 1989).

1.2.1.5 Ensilado de pescado en Chile. Tarky y Dondero (1977), estudiaron la posibilidad de obtención de proteína de bajo costo a partir de residuos de pescado, utilizando peptina sobre desperdicios de Merluccius gavi. Analizaron el efecto de la hidrólisis controlada sobre las proteínas y el triptofano; las propiedades funcionales fueron comparadas con la caseína, y la calidad biológica y de los aminoácidos fueron valorados en el producto deshidratado. Obtuvieron un producto de buena funcionalidad protéica con una composición de 72% de proteína bruta, 25% de cenizas y libre de materia grasa. Dicho producto posee un 12% de rendimiento sobre la materia prima.

Otros investigadores no identificados aun, están utilizando ensilados de pescado para la alimentación de salmonidos producidos por cultivo en el sur de Chile.

*
1.2.1.6 **Ensilado de pescado en Perú.** En el Instituto Tecnológico del Perú (I.T.P) concluyeron a fines de 1988 una serie de trabajos de investigación sobre elaboración y características de ensilados biológicos, preparados con bacterias lácticas (Lactobacillus bulgaricus y Streptococcus thermophylus,) las cuales fueron usadas sobre un substrato de residuos de pescado cocido.

Para el proceso se utilizaron residuos de sardina fresca, conformados por cabezas, vísceras y espinazos, los cuales fueron cocidos 30 minutos a 100°C en agua. El pescado enfriado y molido se mezcló con azúcar al 7.5%, sal al 1% e inóculo de lactobacilos al 10%.

El proceso se verificó a temperatura de 40 - 42°C y a 18 - 35°C a la luz directa del sol luego de un mezclado de los ingredientes entre 5 y 10 minutos. La evaluación del producto se realizó mediante control de pH, e índice de acidez, y también se valoraron histaminas por Conway, y finalmente, se determinó la composición bromatológica.

Los residuos de pescado cocido se inocularon con bacterias

láticas junto a una fuente de hidratos de carbono fácilmente fermentables con el objetivo de reducir el pH de la mezcla, incrementando su acidez, y además estimulando el crecimiento de los microorganismos lácticos. Estos últimos son capaces de inhibir las bacterias de la putrefacción y los microorganismos patógenos. (Arnos, J.A., 1968).

Según Areche y Col. (1988), estos ensilados producidos por fermentación láctica pueden permanecer estables a temperatura ambiente durante 6 meses o más, sin que se produzca alteración, y se recomienda almacenarlos en recipientes de plástico, en los cuales pueden mantener buenas condiciones organolépticas.

Areche, y Berenz, en el Instituto Tecnológico Pesquero del Perú produjeron un ensilado a partir de residuos de pescado cocido y molido empleando las bacterias de yogur (Lactobascillus bulgaricus y Streptococcus thermophylus) utilizando como substrato fermentable sacarosa, e incubando a 40°C por 48 horas, el inóculo del yogur agregado en diferentes concentraciones, originó cambios en el pH entre 4.0 y 3.26% de acidez titulable expresado en ácido láctico. El ensilado fué estable al

ambiente por más de 180 días y presentó un olor aromático. Los autores aprovecharon las cualidades que poseen las bacterias del yogur en la alimentación humana, y las utilizaron para elaboración de alimento para animales. También determinaron la toxicidad de este ensilado, empleando un método de alta validez y bajo error experimental, que se usa a nivel comercial para evaluar harinas de pescado libre de vómito negro. Se seleccionaron 48 pollos parrilleros de 4 semanas, los cuales se dividieron en 5 grupos, así: 8 pollos como muestra testigo, que fueron alimentados con mezcla de maíz-soya, (60 % y 40 %); 2 grupos de 10 pollos c/u alimentados con maíz-ensilado húmedo seco (70% y 30%), y otros dos grupos de 10 pollos c/u alimentados con maíz-ensilado húmedo (64 % y 36 %). La pruebas duró 10 días al cabo del cual se sacrificaron todos los pollos y analizaron las mollejas, encontrando que los pollos alimentados con ensilado seco y húmedo presentaron un nivel de erosión -0- equivalente a una molleja normal tan igual a la muestra testigo, que evidencia la inocuidad del ensilado en la alimentación aviar.

Los autores realizaron ensayos experimentales en dietas para cerdos, durante todo el ensayo (143 días) los cerdos mostraron estado de salud satisfactorio, y mostraron mayor

incremento de peso y mejor índice de conversión, eficiencia alimenticia, y PER comparados con los alimentados con la dieta control; dichos ensayos se repitieron en pollos de carne y concluyeron que este es un insumo que puede sustituir a la harina de pescado, en la etapa de acabado.

1.2.1.7 Ensilado de pescado en Uruguay. En la Facultad de veterinaria de Montevideo, el estudio y la aplicación del ensilado de pescado fue realizado desde 1953, principalmente en aves y cerdos, partiendo de diferentes especies de pescado y desperdicios (Bertullo, V.H., 1956). El pescado seleccionado para el ensilaje debe ser cuidadosamente molido, aunque se ha demostrado que este factor no es absolutamente esencial, prolongando únicamente el tiempo de proceso (Bertullo, E., 1971).

Como elemento energético para la fermentación ha sido utilizada con éxito la melaza proveniente de la caña de azúcar o de la remolacha, y es agregada en proporciones del 15% (P/P) en relación al pescado triturado.

La metodología desarrollada (Bertullo, 1962), ha empleado

las levaduras Saccharomices platensis proteolítica y Hansenula montevideo, obteniéndose resultados superiores con ésta última.

Con el ensilado biológico se realizaron diversas investigaciones en aves, se compararon raciones con el 22% de proteínas con base en harina de soja y maíz amarillo, complementada una de ellas con 5 % de ensilado de pescado.

La sofisticación tecnológica de los ensilados biológicos de pescado llevó a partir de 1964 a la elaboración de un hidrolizado de proteínas de pescado deshidratado para consumo humano, con el cual se efectuaron múltiples pruebas clínicas en niños, adultos y ancianos, con buenos resultados en recuperación de proteínas sericas, ganancia ponderal, recuperación post-operatoria, (Bertullo, V.H., 1965, 1968 y 1974).

La transferencia de la tecnología del ensilado biológico de pescado para uso animal se efectúa en Uruguay directamente a los productores de cerdos, principalmente mediante el nexo de los profesionales que se desempeñan en el medio

rural. El productor de cerdos recibe los cultivos microbianos desde la Facultad de Veterinaria de Montevideo y con la guía profesional y la asesoría del I.T.P., prepara su propio ensilado, de acuerdo a las materias primas disponibles en la zona de influencia, con el fin de minimizar los gastos de transporte.

Para ello el productor recurre a industrias pesqueras cercanas para la compra de residuos de fileteo y otros, o de excedentes de la pesca artesanal en el interior del país. También se ha extendido esta tecnología para el aprovechamiento de otros subproductos de la industria agropecuaria tales como residuos del sacrificio de aves, conejos, cerdos, etc., convenientemente mezclados con pescado, melaza e inóculos de la enzima proteolítica Hansenula monteideo.

Los trabajos concluyeron que el costo de la alimentación con ensilado fue inferior al de la ración comercial con granos, y a su vez, el período de terminación del cerdo (120 a 130 días) resulta inferior al período de terminación con raciones convencionales.

Corengia, Bertullo y O'Brien en 1986 realizaron el testado de un ensilado preparado básicamente con materias primas provenientes de la elaboración de chacinados (embutidos) de carne de vacuno y porcino, sangre lavada y contenido ruminal bovino. Estos materiales adecuadamente mezclados con melaza al 10% y cultivos proteolíticos de Hansenula montevideo (Bertullo, 1970) fueron hidrolizados, y el producto final mezclado con un 10% de residuos de panadería (desperdicios de pan y galletas). Se concluyó que los cerdos alimentados con dicha modalidad tuvieron una ganancia diaria de 828 gramos de peso vivo/día, y que de acuerdo al índice de conversión hallado y a los costos calculados, la comida en cuestión resultó de menor costo que las raciones comerciales corrientes.

1.2.1.8 Ensilado de pescado en Venezuela. En la Universidad Central de Venezuela (Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias y Tecnología de Alimentos) se han venido desarrollando ensayos exitosos en la elaboración de ensilados biológicos de pescado, obtenidos por vía microbiana empleando inóculos de Lactobacillus plantarum 8014; y a la vez se ha incursionado en la preparación de ensilados ácidos utilizando ácido fórmico y ácido sulfúrico.

Las materias primas seleccionadas para los procesos investigados estuvieron conformadas por diversas especies provenientes de la fauna acompañante del camarón.

Los substratos hidrocarbonados utilizados como fuente de energía para el proceso fermentativo fueron la melaza en algunos ensayos, y la harina de avena adicionada de malta de cerveza, entre otros. Durante las primeras 24 o 48 horas de fermentación se lograron niveles bajos de pH (3.7 y 3.8) y altos niveles de ácido láctico.

Paralelamente se efectuaron determinaciones sensoriales de consistencia del producto, evaluación del nitrógeno no protéico y análisis microbiológicos. El ácido sórbico fue utilizado como agente químico controlador de levaduras u hongos contaminantes.

Las pequeñas cantidades de ensilado producidas se almacenaron a $28^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y se observó un mantenimiento de la actividad autolítica, indicados por el incremento de los valores de nitrógeno no protéico y una disminución de la consistencia. Los grandes volúmenes de inóculos necesarios



*
para el proceso se consideraron una limitante.

Otras experiencia realizadas por el mencionado instituto utilizaron una mezcla de ácido fórmico al 25%, y ácido sulfúrico al 33%, agregado al 3,5 % en peso, a una masa de pescado preparada con especies de la fauna acompañante del camarón.

El trabajo con ácido deshidratado recomienda estudios de estabilidad de las condiciones y tiempo de almacenamiento del producto final.

Otros ensayos utilizaron mezcla de fauna acompañante del camarón, y diversas proporciones de hidratos de carbono fermentables como melaza al 5 %, 10 %, y 15 %, e inóculo de Láctobacilun plantarum 8014 en cantidades de: 0 %, 0.5 %, 1.0 %, 2.5 %, 5.0 %, 10 %.

Para la optimización del proceso de ensilado biológico como alimento para ganado porcino, se recomienda el empleo del 15 % de melaza y 1.0 % de inóculo.

En los primeros 6 días de almacenamiento se produjeron cambios involucrados con la producción de ácido láctico, la reducción del pH y el control de microorganismos presentes; posteriormente el proceso continuó con la hidrólisis protéica. Al ensilado se agregó ácido sórbico al 0,25 %.

1.2.1.9 Ensilado de pescado en Norte América, como fertilizante. En la Estación Canadiense de Investigación Agrícola de Kentville (Universite de Sainte-Anne, 1987) se realizaron múltiples ensayos sobre diversos vegetales y suelos, con base en un panorama respaldado por la provincia de Nueva Escocia (Canadá). Bajo el Sea Grant Program de la Universidad Tecnológica de Virginia (EE.UU) se han realizado también experiencias del uso de ensilados de pescado, concentrados como fertilizantes de plantas ornamentales y en cultivos productivos, con resultados alentadores. Es una aplicación de los ensilados que no debe descuidarse, pero los costos de elaboración y transporte parecen ser una limitante importante.

1.2.1.10 Ensilado de pescado en Colombia. En la Universidad del Magdalena, (Programa de Ingeniería Pesquera), Lacera, Soto, Puerta y Steer (1986),

determinaron valores de proteína en ensilados de Lisa (Mugil incilis), Macabí (Elops saurus), y Tiburón (especies más comunes de la zona), entre 15.64 y 19.14% encontrándose una relación directa entre la desaparición del nitrógeno protéico y la aparición del nitrógeno no protéico, como resultado de la acción hidrolítica del ácido fórmico sobre el músculo del pescado a través del tiempo. Estos autores establecieron, además diferencias en la acción hidrolítica del ácido fórmico al elaborar ensilado de pescado en sistemas de almacenamiento obscuro y claro, ya que en éste ultimo caso, se observó una menor actividad del mencionado ácido, quizás debido a su degradación por la acción de la luz.

En la Facultad de Zootecnia de la Universidad de Nariño, se utilizó vísceras de trucha arco iris provenientes de diferentes criaderos localizados en la ciudad de Pasto. Se lavaron manualmente, evacuando completamente el material alimenticio contenido en ellas, posteriormente se molieron y pasterizaron en seco en una estufa de laboratorio, inicialmente a una temperatura de 60°C durante 30 minutos, y luego a temperatura de 90°C por 20 minutos, con el fin de evitar la desnaturalización de la proteína y lograr además la destrucción de bacterias contaminantes. Seguidamente la

materia prima se dejó enfriar a temperatura ambiente durante 45 minutos, posteriormente se adicionó el ácido a la concentración deseada. Una vez incorporado el ácido, se estabilizó el ensilado a un pH de 4.0, utilizando NaOH al 24%.

El producto resultante se almacenó en recipientes plásticos, sellados al vacío mediante el sistema Vénturi y se conservó por 21 días en un cuarto seco y bien ventilado. Posteriormente se determinó que el producto posee buena calidad microbiológica, y bromatológica.

En la Estación Piscícola de Repelón desde 1985 se ha desarrollado una serie de trabajos tendientes a determinar los requerimientos nutricionales para el cultivo intensivo de la cachama. El presente trabajo podría contrarrestar el efecto de la utilización de ensilado ácido preservado como fuente protéica básica para la elaboración de dietas para cachama, y como posible sustituto de harina de pescado, y por consiguiente la obtención de una biomasa/ha/año similar a la obtenida cuando se emplea concentrado peletizado con porcentajes de proteína igual o superior al 22%.

Ejemplares frescos de mojarra lora (Oreochromis niloticus) con un peso promedio de 200 gramos, cosechados en los estanques de la estación, fueron escamados, lavados, y pasados varias veces por un molino eléctrico con criba de 0.4 y 0.8 mm, respectivamente, hasta la obtención de una pasta uniforme. El pescado fresco y molido, se colocó en un recipiente plástico con capacidad de 50 Lt. y se estabilizó mediante la adición de ácido sulfúrico y propiónico tipo analítico, en una proporción del 2,00% y 0.75% respectivamente, en una relación volumen/peso, mezclando continuamente en forma manual con una cuchara de palo, durante un período de 15 a 20 minutos hasta la obtención de una mezcla homogénea.

Se almacenó anaeróbicamente en bolsas plásticas a temperatura ambiente durante 15 días, tiempo suficiente para producir el máximo de degradación protéica. En el transcurso del ensayo se elaboraron un total de 13 ensilados.

Al pescado fresco y molido se le tomo lectura de pH con un potenciómetro, y se le realizó análisis proximal para la determinación de proteína, ceniza, humedad, grasa, y fibra

cruda, con los respectivos resultados: 11.63%, 6.45%, 71.74%, 2.70%, 4.54%.

Una vez adicionados los ácidos sulfúrico y propiónico a la materia prima, se le hicieron lecturas de pH cada 15 días durante un período de 5 meses. El pH final fué de 3.54.

Los análisis microbiológicos realizados fueron: recuento de mesófilos a las 48 horas, presencia de estafilococos, coliformes, clostridium, salmonella y shigella, presencia de hongos y levaduras.

El contenido permisible de mesófilos para alimentos de consumo humano es de 300 colonias. En el ensilado de pescado a los 120, 150, y 270 días de almacenamiento presentó un recuento de colonias inferior. Para estafilococos, coliformes, clostridium, salmonella y shigella los resultados fueron negativos.

1.3. MARCO TEORICO CONCEPTUAL

Los ensilajes de pescado se desarrollan durante el siglo pasado en diversos países europeos, y paulatinamente se fueron extendiendo a otras regiones, como un suplemento nutricional para la alimentación de especies menores.

Se ha descrito una docena de técnicas de ensilaje de pescado, prevaleciendo en general en todas ellas una gran versatilidad para la fabricación del producto en forma líquida. El empleo de materias primas de bajo costo utilizadas para su elaboración, ha logrado ubicarlo como un producto sumamente económico en la nutrición de diversas especies de animales domésticos, e incluso en acuicultura.

La posibilidad de integrar otros subproductos del sector primario del pescado ofertado por la pesca industrial, la pequeña pesquería o la Acuicultura, son aspectos que merecen ser estudiados en torno a la tecnología del ensilaje.

Las posibilidades que este producto ofrece para un mejor aprovechamiento de los excedentes de pescado, y su transformación en alimento de bajo costo, para animales, son factores de transcendencia económica y social de repercusión, en el presente y futuro de la región Latinoamericana.

1.3.1 Calidad de los ensilados de pescado. En cuanto a la calidad de los ensilados desde el punto de vista sanitario, tienen importancia las enzimas utilizadas y la contaminación microbiana. Cuando en los ensilajes biológicos se emplean enzimas comerciales, ellas deben ser manipuladas con precaución para evitar las irritaciones dérmicas, nasales y oculares, además de trastornos pulmonares por afección de las mucosas. Desde el punto de vista de los consumidores animales, es fundamental que dichas enzimas sean inócuas por su inactivación; este último cabe en un diseño industrial de procesamiento de ensilado biológico enzimático.

En cuanto a la supervivencia de la contaminación microbiana en los ensilados, los microorganismos pueden provenir del propio pescado o como consecuencia de una deficiente

manipulación. En cuanto al almacenamiento de los ensilados, en el caso de este tipo de fabricaciones artesanales, los continentes a utilizar consistirán básicamente en recipientes cilindricos de metal, plástico, o fibra de vidrio, no porosos y fácilmente limpiables.

En los procesos en que para la fermentación sea necesario el removido de la mezcla de pescado y sus aditivos, es recomendable pero no imprescindible el uso de recipientes de sección circular, frente a los de sección cuadrada o rectangular.

En la elaboración artesanal se ha observado sistemas de removido del ensilaje que van desde simples palas manualmente accionadas, hasta ingeniosos sistemas de removido continuo o semi-continuo, también se ha descrito sistemas de circulación mecánica por bombas de tipo centrífuga, en casos en que el producto presente una fluidez suficiente para su circulación por cañerías de grueso diámetro.

En todos los casos, las medidas de higiene de los

recipientes serán necesarias para asegurar una buena limpieza y calidad a los procesos de fermentación o de acción química.

Es conveniente proteger los recipientes donde se realiza la fabricación o el almacenaje del ensilado, de las inclemencias del ambiente, con agentes antisépticos tales como (Tolueno, Thymol, Nitrocloroformo).

En cuanto a las enzimas de origen vegetal, se registran antecedentes antiguos de la utilización de jugos de ciertas plantas o frutas para fermentar el pescado. Según Mackie 1971, varios autores utilizan la enzima Bromelina extraída del jugo de anana o piña para digerir pescado, y se ha empleado la Papaina extraída de la papaya y la enzima Ficina de los higos, las cuales tienen su punto óptimo de actividad a pH neutro, y son estables hasta los 70°C, temperatura necesaria para controlar la actividad microbiana. Fermentos microbianos enzimáticos naturales han sido descritos por Lissi, Ximenes y Lupin(1).

1.3.2 Continentes para ensilaje. Una de las limitantes de la producción y almacenamiento de ensilajes de pescado se presenta debido a la presencia de agua en los substratos, lo que conlleva a un aumento en el área de las instalaciones requeridas ya sea para su fabricación, almacenamiento, transporte o distribución. Cuando la producción es artesanal, generalmente las fuentes de aprovisionamiento de la materia prima y el lugar del suministro se hallan a distancias cortas, por lo cual se minimizan los costos por aquel concepto.

Desde el punto de vista práctico es esencial que los microorganismos utilizados en la preparación de ensilados biológicos sean de fácil manipulación y resistentes a las contaminaciones, puesto que en condiciones de campo y muchas veces manejadas por los propios pescadores artesanales, deben brindar seguridad al proceso y permitir una operación sencilla para su inoculación.

En la fermentación ácido-láctica de ciertos ensilajes biológicos la adición de carbohidratos fermentables al pescado, favorece la producción de ácido láctico, el cual es responsable del descenso del pH de la mezcla. Se ha

determinado que durante la fermentación, el descenso del pH se acompaña con una disminución del carbohidrato fermentable. La preservación se complementará con la formación de sustancias bacteriostáticas y bactericidas producidas por los fermentos lácticos (Bacterias ácido-lácticas).

Algunos ensilados se elaboran a temperaturas más altas con adición de enzimas que trabajan a pH dados (rapidososa, y tripsina), y la protección contra los microorganismos de la putrefacción se efectúa por el empleo de organismos heterofermentativos productores de ácido láctico que se multiplican en un substrato hidrocarbonado.

Se ha detectado grupos bacterianos utilizados en el ensilaje de pescado, entre los cuales se señalan Streptococcus lactis (Krishad Wamy, 1.965), Lactobacillus Plantarum (Kreuzer, 1.952; Prolux, 1.961); mohos y levaduras proteolíticas: Aspergillus oryzae; (Takei, 1.955; Tanikawa, 1.950); Aspergillus oryzae flauus (Seffries, 1.965); Saccharomyces platensis (Bertullo, 1.959); y Hansenula montevideo (Bertullo, 1.979), Durante el proceso de ensilaje biológico, el descenso del

pH a 5.5 en menos de unas 50 horas reduce al mínimo los fenómenos de la putrefacción y otros cambios indeseables que sufre el pescado al descomponerse. El buen éxito del proceso fermentativamente hidrolizado depende en última instancia del equilibrio de la población microbiana del sustrato, ya que en la práctica las materias primas pescado, y frutas se hallan contaminadas con microorganismos de diversa índole.

El agregado de algunos de los cultivos microbianos indicados o la utilización de fermentos naturales, y la observación estricta de los procesos y sus condiciones de higiene, brinda productos de buena calidad y de una aceptable vida útil, la cual es siempre limitada por la acción meramente preservadora de los agentes intervinientes. De hecho, los ensilajes biológicos tienen una vida útil de unas semanas a varios meses, dependiendo de la contaminación inicial de la materia prima, las características cualitativas y cuantitativas de la fuente hidrocarbonada, la higiene del proceso y por último, de las características y dosis de los inóculos microbianos utilizados.

Un aspecto a tener en cuenta en estudios nutricionales está vinculado al sabor y aroma en la Carne de cerdo y pollo luego de su alimentación con ensilados de pescado en la dieta; las investigaciones llevadas a cabo han demostrado que cuando la dieta contiene menos del 1% de lípidos en M.S los problemas del sabor desaparecen.

1.3.3 Ensilados Biológicos. Se han empleado metodologías de fabricación de ensilado de pescado, mezclando fuentes de hidratos de carbono de bajo costo (melazas, Vegetales, o Frutas) al pescado molido, y aprovechando las enzimas propias del pez con el agregado de microorganismos proteolíticos o preparados enzimáticos, ello determina lo que a nuestro entender ofrece las mejores cualidades de los ensilados obtenidos.

Según Mackie 1971, los procesos de producción del ensilado de pescado por métodos biológicos son esencialmente los mismos que los usados en el ensilado de Vegetales (Pansgaricano, 1969), en los cuales el pH se reduce en condiciones anaeróbicas o aeróbicas facultativas por la acción de microorganismos. Durante la preservación del ensilado los aminoácidos son relativamente estables, pero

en la hidrólisis ácida se observa una destrucción del triptófano de la fase acuosa por cristalización y la metionina es estable en medio ácido. A bajas temperaturas las pérdidas de aminoácidos son menores, pero la hidrólisis es mucho más lenta. Hay una parte del contenido de aminoácidos que es normalmente retenida en la fase sólida no digerida y se ha señalado una destrucción progresiva de la vitamina B probablemente por flaminosas endógenas en ensilajes ácidos.

También se ha observado un aumento en la tasa de crecimiento de los animales que lo consumieron, y para evitar el sabor a pescado en la carne de los animales, se debe tener en cuenta que el contenido de material graso no debe pasar de el 1%.

En América latina la dificultad que representa la importación de ácidos para la fabricación de ensilado hacia países de la región, en cuanto a costo (gasto de divisas) y disponibilidad hacen necesario el estudio y puesta en práctica de tecnología de ensilajes propios.

Se estima que el ensilado ácido posee ciertos factores que retardan el crecimiento de los pollos, prácticamente cuando son alimentados con niveles elevados de ensilado; estos problemas se han asociado, primordialmente, a la frescura de la materia prima, los efectos del tenor lipídico y los efectos del almacenamiento y según Windsor y Borlow 1981, el ácido fórmico posee actividad preservadora sin disminuir drásticamente el pH, y no necesita ser neutralizado para alimentación animal. Normalmente se emplea 3.5% de ácido fórmico sobre el peso del pescado, sobre la base de un ácido comercial con 85% de concentración. En ciertas oportunidades es utilizado el ácido sulfúrico en vez del ácido fórmico, debido a que aquel tiene menor precio y alcanza un pH de 2.5, por lo cual necesita neutralización previo al suministro animal. Se han descrito mezclas de ácido sulfúrico y acético. Según Tatterson y Windsor 1974, el material conocido como ensilado de pescado se define como un producto líquido fabricado a partir de pescado entero o de sus partes, al cual se ha agregado ácido, y en el cual la licuefacción de la masa de pescado se efectúa por las enzimas presentes en él mismo. Estos autores indican que los productos pesqueros hidrolizados (licuados) pueden ser fabricados por el agregado de enzimas o bacterias ácido-lácticas.

1.3.4 Ensilados Químicos. La utilización de ácidos o álcalis fueron las primeras iniciativas que se desarrollaron en el mundo occidental para la elaboración de ensilados de pescado. La mezcla de una masa de pescado molido o sus residuos con estos ácidos diluidos (frente a métodos con soluciones alcalinas menos empleados), permite intrínsecamente el control de las bacterias de la putrefacción, los cuales no son capaces de desarrollarse al alcanzar el producto un pH de 4.0 o aun menor. Generalmente este tipo de acción energética fluidifica la masa del pescado y lo preserva por períodos aceptablemente prolongados para las condiciones generales, en clima templado y aún el cálido de América Latina.

Sin embargo, estas metodologías implican una acción drástica de los elementos preservadores, los cuales también afectan la calidad de la proteína y por ende su efecto nutricional. Debe añadirse también que en productos de alta acidez, una vez finalizado el proceso, debe neutralizarse el pH con álcalis diluido, para que sean aptos para la nutrición animal sin alterar la fisiología digestiva (flora intestinal).

Desde el punto de vista bioquímico puede establecerse diferencias en la producción de ensilados. La utilización de ácidos orgánicos como el fórmico, que es el mas costoso y el más empleado permite obtener ensilados con pH 4.0 a 4.5 y es capaz de detener el crecimiento de microorganismos deteriorativos sin necesidad de neutralización final.

Es una característica general de los ensilados el mantenimiento del contenido de agua de los substratos utilizados para su elaboración, salvo contadas excepciones en las cuales se les deshidrata por secado.

Según Sanclivier 1985, los hidrolizados o proteínas líquidas de pescado se caracterizan por una degradación del material protéico original del producto de la pesca, al estado de péptidos, oligopéptidos y aminoácidos en mayor o menor grado según la técnica empleada en su elaboración. Cuando la hidrólisis se obtiene por enzimas tisulares o digestivas del pescado, dicho autor los designa como autolizados de pescado; cuando se producen por medio de enzimas exógenas de origen animal, vegetal o microbiano los designa como heterolizados. Los hidrolizados químicos se producen por la acción estricta de ácidos o sustancias

alcalinas, mientras que hidrolizados mixtos comprenden una acción enzimática natural acelerada por una modificación del pH; ellos serían los ensilados ácidos, cuyo nombre se origina en la analogía de la preservación de forrajes en silo por acción fermentativa natural, o agregado de ácidos orgánicos o inorgánicos que regulan el descenso del pH.

* Otros tipos de hidrolizados mixtos son los obtenidos por fermentación, biológicos, ensilados fermentados o pescados fermentados; en ellos la disminución del pH se verifica por el ácido láctico, y eventualmente otros ácidos orgánicos, producidos por fermentos lácticos endógenos (propios del pescado) o aportados por cultivos microbianos exógenos puros o mixtos. *

Las distintas tecnologías para la elaboración de ensilado apuntan, en general, a una más completa y cabal utilización de los desechos de pescado, los recursos pesqueros subutilizados (fauna acompañante, capturas no aptas para el consumo humano) o de ciertos recursos provenientes del cultivo o de la pesca artesanal.

En cierta forma el uso de esa materia orgánica proveniente del medio acuático, significa una forma adecuada, y por cierto no la única, de aprovechar a través de la tecnología del ensilado en productos de alto valor nutricional para diversos fines de alimentación productiva.

Dicho recursos de origen acuático, pueden mezclarse como materias primas para el ensilaje con otros desechos orgánicos, ya sean de origen Animal o Vegetal. Para la obtención de otros tantos alimentos destinados a la alimentación animal.

No siempre las comunidades rurales disponen de las fuentes energéticas ni de infraestructura necesaria (transferencia de tecnología, recursos económicos o técnicas). Para la fabricación de harinas de pescado, las cuales como es de conocimiento integran las raciones de aves y en menor medida de cerdos y otras especies de animales domésticos.

El ensilaje surgió como una solución al aprovechamiento de estos desechos orgánicos los cuales muchas veces no son utilizados, y determinan la pérdida de importantísimas

cantidades de nutrientes.

Además, [el ensilado no produce efectos perjudiciales en el medio ambiente debido a que cuando es correctamente elaborado y almacenado no despidе olores ni deja desechos,] como sucede con muchas fabricas de harinas de pescado que no poseen o utilizan deficientemente sus equipos de desodorización; en ciertas ocasiones las fabricas de harinas vierten los líquidos de prensa o el agua glutinosa produciendo efectos adversos en las fuentes que los colectan.

Sanclivier 1985, señala la existencia de procedimientos artesanales, semiautomáticos y automáticos para la producción de ensilados. También podría clasificarse la producción de ensilados en artesanales cuando son llevados a cabo por los propios productores o pescadores artesanales en sus respectivas zonas, y de producciones industriales cuando median proyectos de inversión y canales de comercialización de dichos productos. En Latinoamérica se conocen iniciativas industriales de producción de ensilado de pescado, en Cuba, Chile y Uruguay. Por lo anterior, el aspecto primordial que tiene el empleo de productos de la

pesca y postcosechados en América Latina, es indudablemente su bajo costo, lo elemental de las instalaciones necesarias para su fabricación, y una prácticamente inagotable fuente de materia prima que significa el pescado.

1.3.5 Caracterización de las frutas utilizadas como materia prima.

1.3.5.1 Piña. (Ananus comusus) La piña es una de las mejores frutas tropicales, razón por la cual ocupa, junto con el banano, uno de los primeros lugares en importancia a nivel mundial.

Aunque los principales productores de esta fruta son Hawaii, Filipinas, y Formosa, su origen es suramericano, de la Amazonia y Orinoquia, y de allí se extendió por toda América y el mundo. A la llegada de los españoles, estos encontraron la piña ya domesticada y cultivada por los aborígenes, los cuales sembraban varios tipos o variedades, como su forma les recordaba el fruto del pino, la nombraron piña, aunque su verdadero nombre es de origen Guaraní, que es Ananá, de donde proviene su nombre científico. Pertenece

a la familia de las Bromeliáceas.

1.3.5.1.1 Variedades. Debido a su amplia distribución y cultivo, existen muchas variables, y calidades en el país, sin embargo, para efectos prácticos se hace referencia a las variedades más importantes según su área de producción:

a) Cayena lisa: Es la variedad comercial más cultivada en el mundo. Como su nombre lo indica, no tiene espinas en las hojas, el fruto tiene forma cilíndrica que lo hace excelente para el procesamiento pues al sacar las rodajas, hay poco porcentaje de pérdida, además de tener un alto contenido de azúcares y acidez, lo que le da un muy buen sabor.

La pulpa es de color amarillo pálido, de poca fibra y de corazón delgado; la planta alcanza 1.2 mts de altura, es la variedad con mejores posibilidades en el mercado Internacional.

b) Manzana: Es otra variedad comercial Colombiana muy

buena, posiblemente por selección natural. La corteza del fruto es bastante roja, no tiene tanta fibra como la perolera, y es de forma cilíndrica, parecida a la cayena.

c) Perolera: Es la variedad más cultivada en Colombia, se considera como un clon de cayena, no tiene espinas y es muy apetecida por su sabor y calidad. Debido a su contenido medio de fibra y forma cónica no es apta para procesamiento, la pulpa es de color amarillo. Es una variedad muy cultivada en Santander, Caldas, Risaralda, y Valle del Cauca. Ver anexo G.

1.3.5.1.2 Valor nutritivo y usos. La piña es una fruta rica en carbohidratos, vitaminas y minerales, aportando también fibra a la dieta humana. Es conocido como un alimento digestivo, debido a que contiene Bromelina, una enzima que actúa sobre la proteína, y es utilizada también como ablandador de carnes.

La mayor utilización de la piña en el mundo es en la industria de enlatado, siendo el principal producto la piña en rodaja, y los subproductos de ésta, tales como: piña en

trozos, en media rodaja, puré, jugos, y mermeladas. Los principales usos en Colombia son: enlatadas en rodajas, mermeladas, jugos pasteurizados, compotas, y fresca en rodajas, siendo uno de los principales canales de ventas las exportaciones y los almacenes de cadena, entre otros.

En la actualidad hay buenas posibilidades en incentivos para la exportación en fresco a los países Europeos y EEUU.

1.3.5.1.3 Clima y suelo. En las condiciones de Colombia la piña prospera bien en zonas comprendidas entre los 500 y 1300 m.s.n.m., con temperatura entre los 18°C y 27°C con 22 - 25°C como rango óptimo, y alta luminosidad; a 14°C se induce la floración. El requerimiento de agua es de 1000 mm al año, aunque en suelos bien drenados resiste precipitaciones de más de 2000 mm. La piña prefiere suelos sueltos, francos, bien drenados, de fertilidad media o alta y con pendientes suaves. El pH debe fluctuar entre 5.0 y 6.0, siendo 5.5 el punto óptimo.

Dadas las condiciones de cultivo limpio, se requiere de la construcción de canales de desviación a fin de disminuir la

velocidad del agua, evitando la erosión y sirviendo como canales de drenaje.

1.3.5.1.4 Siembra de la plantación. En el Departamento de Santander se acostumbra plantar la piña a bajas densidades, 22.000 ó menos plantas por hectárea, dando como resultado menor producción por área aunque la fruta sale de mayor tamaño. Técnicamente se recomienda altas densidades para así obtener mayor productividad, altas densidades se obtienen sembrando a triple surco, 30 cm entre plantas, 45 cm entre surco, y 90 cm de calle resultando de 45000 a 55000 plantas por hectárea.

Las mejores épocas de siembras para obtener los mejores precios, son desde Noviembre hasta mediados de Febrero, y del 15 de julio al 1 de Septiembre.

1.3.5.1.5 Cosecha y Postcosecha. Normalmente la cosecha de la piña no es pareja, prolongandose hasta por 12 meses, después de aparecer las primeras frutas. Esto se debe principalmente al estado fisiológico de la planta, relacionado con el tamaño del colino utilizado en la

siembra, estado nutricional y también a la temperatura ambiental, pues, noches frías de 16.5°C o menos inducen a la floración. Esto conlleva a una mayor mano de obra y a un menor aprovechamiento del terreno.

Actualmente con el uso de fitoreguladores es posible obtener una cosecha mas pareja, y al mismo tiempo se puede regular para que sea en la época de mejores precios. Para inducir la floración es necesario que la última aplicación de nitrógeno se haya efectuado tres meses antes, aunque no se debe permitir floraciones antes de 12 meses de edad para colinos medianos y 10 meses para colinos grandes. La floración se inhibe con las aplicaciones de nitrógeno. Una vez que la planta tenga el tamaño y edad adecuado (mínimo 7 libras de peso y 11 meses de edad), la floración se induce aplicando al cogollo de las plantas Ethrel, esto no funciona en la costa al nivel del mar. También se utiliza el carburo de calcio, que debe manejarse cuidadosamente ya que tiende a explotar, por lo que se recomienda su uso en la noche.

El momento de la cosecha se determina por el cambio de color en la fruta, que se empieza a tornar más clara,

pasando a amarillo naranja o el color característico de la variedad, además ciertas variedades empiezan a emitir el aroma característico de la piña madura.

Como el tamaño del colino de siembra influye directamente en la época de la cosecha, se debe seleccionar por esta característica, para sembrarlos en bloques del mismo tamaño de colino, con esto se consigue que la cosecha salga pareja aunque no se induzca a la floración, reduciendo considerablemente el tiempo y la mano de obra necesarios para cosechar.

La recolección se hace con un cuchillo bien afilado, cortando el pedúnculo entre unos 10 - 15 cm de la base de la fruta, una vez cosechadas las piñas deben ser colocadas en cajas a la sombra.

De la densidad de siembra y del manejo, dependen directamente los rendimientos de la piña. Con las altas densidades utilizadas en el Occidente del país se logran rendimientos de 70 toneladas o más por hectárea en la segunda cosecha. En Santander, con densidades bajas de

22000 plantas por hectárea, se logran rendimientos de 50 toneladas aproximadamente, en el primer corte y 20 toneladas en el segundo.

Hay que observar, que con altas densidades, el tamaño de las frutas es mediano, con 1.3 - 2.0 Kg en promedio, mientras que con las densidades bajas el promedio de la fruta es de 2.5 Kg, llegando a obtener frutas de hasta 4.0 Kg de peso.

El estado de madurez en que se cosecha la piña influye directamente en la calidad con que debe llegar al consumidor. La piña no madura después de cosechada y por lo tanto no debe recolectarse sin que este proceso haya comenzado. La recolección depende de la distancia del mercado de destino, pero con el fin de que el consumidor reciba una fruta con su sabor y aroma característicos, la cosecha debe hacerse cuando la fruta esté como mínimo en un cuarto de su madurez.

Con el fin de evitar infecciones a través de heridas y consecuentes pudriciones, especialmente para el mercado de

exportación, la fruta se trata con fungicidas (2.5% de ácido benzoico), este mismo tratamiento se hace cuando se presenta ruptura de los ojos, por donde pueden iniciarse pudriciones.

El almacenamiento en frío a temperatura entre 7 - 13 °C y humedad relativa de 90 - 95 %, la piña puede conservarse entre 2 y 4 semanas en estado de óptima calidad. Es importante que la temperatura no baje de 7°C pues la piña es susceptible a daño por frío presentando una coloración parduzca en la corteza, pulpa acuosa, marchitamiento y desprendimiento de la corona, además la maduración se interrumpe y la pulpa no llega a tomar buen sabor.

1.3.5.2 Maracuyá (*Passiflora edulis*). El maracuyá es una planta de origen tropical cuyos frutos presentan un sabor particular intenso y una alta acidez, muy apreciado en los países norteamericanos y europeos, que lo demandan con gran interés.

Esta condición coloca a Colombia en una posición de privilegio como país productor y exportador de uno de los

mejores jugos y concentrados del mundo. La gran aceptación en los mercados internacionales, hace de este cultivo uno de los más promisorios y rentables en el renglón de los frutales en Colombia.

1.3.5.2.1 Valor nutritivo y usos. Es fuente de proteínas, minerales, carbohidratos, y grasas. Se consume como fruta fresca o en jugo, y se emplea para preparar gaseosas, néctares, yogures, mermeladas, licores, helados, pudines, enlatados, en pastelería, confitería, y para mezclas en jugos con otro tipo de frutas como cítricos, guayaba, y piña, entre otros. Según el Instituto de Tecnología de Alimentos del Brasil, el aceite que se extrae de sus semillas podría ser utilizado para la fabricación de jabones, tintas y barnices, y de pronto, después de refinarlo para fines comestibles. Se compara con el aceite de algodón en valor nutritivo y digestibilidad.

La composición típica de la fruta de maracuyá es la siguiente: cáscara 50 - 60 %, jugo 30 - 40 %, semillas 10 - 15 %, siendo el jugo el producto de mayor importancia.

1.3.5.2.2 Distribución geográfica. En Colombia el ICA comenzó a trabajar con este frutal desde 1963, logrando que un buen número de cultivos iniciales se originaron con semillas y arbolitos del centro Palmira.

Algunos agricultores sembraron pequeños huertos comerciales con muy buenos resultados agronómicos, pero con dificultades en el mercadeo de la fruta, por ser desconocida y por presentar un sabor agridulce extraño al consumidor.

El proceso de aceptación por parte de los compradores no se hizo esperar. La difusión de las semillas se realizó por diversas regiones del país con condiciones similares a las del Valle del Cauca.

Empezando la década de los 80, las posibilidades exportables de la fruta en forma de jugo o concentrado, permitieron a la empresa Grajales Hnos, adelantar en el Valle del Cauca, el mayor desarrollo del cultivo en Colombia, llegando a tener 1500 hectáreas en producción para su proceso y exportación a mercados norteamericanos,

del Caribe, y europeos.

Este gran impulso ha permitido que regiones tan importantes como la zona marginal baja cafetera de los departamentos del gran Caldas, especialmente la región de los planes de Neiva, en Caldas, hallan involucrado y establecido huertos con gran éxito y con amplia proyección. La abundancia de guaduas o bambú para el sistema de tutorado, la presencia de grandes poblaciones de la abeja carpintera o abejorro negro (Xylocopa sp) el principal agente polinizador natural del maracuyá, hacen de esta zona una de las más promisorias para el cultivo en Colombia. Ver anexo G.

1.3.5.2.3 Origen y botánica. Es originario de la región amazónica del Brasil, país que la civilizó cultivándola comercialmente e industrializando su jugo para darla a conocer en los mercados externos.

Australia, y Hawaii han fomentado la investigación sobre cultivos, uso, y mercadeo de la fruta. Actualmente se cultiva en Brasil, que es el mayor exportador mundial de jugos, Australia, Nueva Guinea, Kenya, Sub Africa, India,

Perú, Ecuador, Venezuela, y Colombia.

Con el nombre común de maracuyá se conocen varias plantas del género *passiflora*. El maracuyá pertenece a la familia *passifloraceae*, de la cual hace parte la curuba de castilla (*Passiflora mollissima*), y la granadilla (*Passiflora ligularis*).

Es una planta trepadora, vigorosa, leñosa, perenne, con tamaños de hasta los 20 metros de largo, tallos verdes, acanaladas en la parte superior, presentando zarcillos axilares más largos que las hojas enrolladas en forma de espiral.

Las hojas son de color verde lustroso con peciolo, acanaladas en la parte superior y de 2 a 5 cm de largo, posee dos nectarias redondas en la base del foliolo, la lámina foliar es palmeada y generalmente con tres lóbulos, pero a menudo sin divisiones en la plantas jóvenes.

Las flores son solitarias y axilares, fragantes y vistosas.

Están provistas de 5 pétalos y una corona de filamentos radiales de color púrpura en la base y blanco en el ápice, posee 5 estambres y 3 estigmas. Las exóticas flores han motivado a que también se le conozca como flor de la pasión debido a que en ellas se cree ver los instrumentos del martirio de Jesús en el Gólgata.

El fruto es una baya globosa u ovoide, de color entre rojo intenso a amarillo cuando está maduro, semillas con un arillo carnoso muy aromático.

1.3.5.2.4 Variedades. Existen dos variedades o formas de maracuyá que se cultivan en Colombia:

- El maracuyá amarillo (Passiflora edulis), variedad flavicarpa degener, que presenta frutos vistosos de color amarillo con diversas formas. Esta variedad crece y se desarrolla muy bien en zonas bajas. Es una planta más rústica y vigorosa que el maracuyá púrpura.

- El maracuyá rojo o morado, (Passiflora edulis), variedad

púrpura Sims, que presenta frutos pequeños de color rojo. Esta variedad crece y se desarrolla en zonas templadas.

1.3.5.2.5 Aspectos fisiológicos. Los procesos fisiológicos de mayor importancia son la floración, polinización, y fecundación.

1.3.5.2.5.1 Floración. Depende de la variedad y de las condiciones agroclimáticas, se inicia entre el cuarto y el quinto mes después del trasplante y se repite en forma cíclica durante los períodos de invierno.

Las flores del maracuyá amarillo abren únicamente entre la 1:00pm, y las 6:00pm, y cierran durante la noche.

1.3.5.2.5.2 Polinización. El maracuyá es una planta de polinización cruzada, autoincompatible, la transmisión del polen puede realizarse en pequeñas escalas por el viento, siendo sin embargo, la polinización por insectos la más eficiente, por que las flores son grandes, atractivas, con abundante aroma y néctar, y los granos del polen son

grandes y pegajosos. De este tipo de polinización depende en gran parte la fructificación.

La polinización está sujeta principalmente a los insectos, la humedad del estigma, y la curvatura del estilo.

1.3.5.2.5.3 Fecundación. Se realiza aproximadamente 4 horas después de la polinización. El fruto después de la fecundación alcanza su máximo desarrollo a los 18 días y su maduración comercial entre 50 - 60 días.

1.3.5.2.6 Clima y suelos. El maracuyá crece y se desarrolla muy bien en climas cálidos; en los climas templados, su crecimiento es normal pero se retarda el inicio de la producción.

La temperatura óptima se encuentra entre los 24 - 28°C. En regiones con temperatura promedio por encima de este rango, el crecimiento vegetativo es acelerado pero la planta disminuye la producción a causa de la deshidratación del liquido estigmático, imposibilitando la fecundación de las

flores.

Resiste relativamente épocas secas, pero si el período es muy prolongado, se atrasan el desarrollo de la planta y la floración, ya que puede presentarse desfoliación severa. Períodos muy lluviosos durante la floración no favorecen la producción, ya que la actividad de los polinizadores es casi nula y los granos de polen se afectan con la humedad. Zonas de vientos muy fuertes dificultan y encarecen el sistema de conducción de las plantas en las espalderas, o en la estructura de soporte.

El maracuyá amarillo se encuentra cultivado comercialmente desde el nivel del mar hasta los 1300 m.s.n.m. En la costa atlántica existen regiones como las de Sevilla (Magdalena), y San Jacinto (Bolívar), donde el desarrollo del cultivo va en aumento debido a las bondades climáticas de las zonas. La región plana del Tolima y Huila, como también la región cálida de Cundinamarca, son un potencial para el desarrollo del cultivo en Colombia.

Es muy importante resaltar el buen comportamiento del cultivo en la zona marginal baja cafetera de los Departamento de Caldas y Risaralda, donde se destaca como una de las buenas alternativas frutícolas para estas regiones. Finalmente, el valle geográfico del río Cauca, que es el escenario del mayor desarrollo del maracuyá en Colombia durante la presente década, imponiéndose su cultivo en las estribaciones de las cordilleras Occidental y Central, por presentar las mejores condiciones de clima y abundancia de agentes polinizadores para garantizar una buena producción.

El maracuyá no es muy exigente en cuanto a suelo, siempre y cuando sea profundo, razonablemente fértil y bien drenado.

Suelos muy pesados y poco permeables sujetos a encharcamiento, no son indicados ya que se facilita la aparición de fusarrosis o pudrición seca del cuello de la raíz.

Suelos de textura arcillosa exigen la construcción de

drenajes superficiales y aún la siembra en camas, para evitar la acumulación del agua lluvia o de riego en el cuello de la planta.

Los mejores suelos para su cultivo son los francos, con buena capacidad de retención de humedad y con un pH entre 5.5 y 7.0, aunque la planta presenta gran tolerancia a la salinidad y se le ve crecer y producir muy bien en suelos con pH alrededor de 8.0.

1.3.5.3 Papaya (Carica papaya). Es una planta dicotiledónea de la familia Caricaceae. Existen cuatro género y 71 especies.

Casi todos los géneros y especies son nativos de la América tropical, excepto Cylicomorpha. En Colombia se encuentra: Carica papaya, C cundinamarcensis, C goudotiana, C cauliflora, y C pentagona.

1.3.5.3.1 Descripción de la especie. Carica papaya Es una planta arbustiva de tronco hueco, que alcanza 8 a 10 mts de

altura y rara vez se ramifica. Esta especie es polígama y presenta formas hembras, machos y hermafrodita. Se le conoce como, "papaya" en Colombia, "lechosa" en Venezuela y Puerto rico, "fruta bomba" en Cuba, y "melón zapote" en México.

1.3.5.3.2 Clima.

1.3.5.3.2.1 Temperatura. En Colombia se cultiva de 0 a 1600 m.s.n.m. a temperatura de 17 a 38°C, la temperatura óptima es de 25°C. La papaya tolera temperatura de 0 a 43°C en periodos cortos.

1.3.5.3.2.2 Humedad. La papaya, para dar una buena producción con frutos de buena calidad necesita abundante agua, ya que la producción continúa, depende del crecimiento permanente, además, por que los frutos tienen un 85% de agua en peso. El cultivo necesita de 1500 a 2000mm de agua al año.

1.3.5.3.2.3 Vientos. Las plantas son sensibles a los vientos y resisten como máximo vientos de 80 Km/h.

1.3.5.3.3 Suelos. Los suelos franco arenosos, profundos y de buen drenaje, son los mejores para el cultivo. El pH óptimo es de 3 a 7.

1.3.5.3.4 Cosecha. Los frutos se cosechan cuando empiezan a presentar una coloración amarilla en la parte apical o cuando el látex se vuelve de color blanco. Para evitar que se deshidrate rápidamente, se cosecha con un trozo de pedúnculo adherido. Las frutas se colocan en cajas de madera o cartón con el pedúnculo hacia abajo, sobre una cama de paja u otro material suave. La cosecha es fácil cuando los árboles son pequeños. En árboles muy altos se debe usar escalera, o bolsa cosechadora.

1.3.5.3.5 Producción. Los árboles pueden iniciar producción en menos de un año, contado a partir de la germinación de las semillas y pueden vivir 2 a 5 años o más; en la práctica, es mejor reemplazar el cultivo cuando los árboles tengan 3 o 4 años. Entre la floración y la

cosecha transcurren de 6 a 7 meses.

En cada axila de las hojas se forma una inflorescencia; emergen dos hojas por semana, aproximadamente 100 por año. Según lo anterior, teóricamente se logran 100 o más frutos por año.

En el primer año de cosecha y dependiendo de la variedad se producen 35 Kg por árbol; en los años siguientes 20 a 30 Kg. Los rendimientos son de 25 a 43 ton/ha.

1.3.5.3.6 Usos. La papaya tiene propiedades alimenticias, medicinales e industriales; contiene vitamina A, B y C y es buen digestivo. Las flores tienen propiedades febrífugas, expectorantes y vermífugas. Las hojas poseen un alcaloide, carpaina en un 0.4%, útil para tratar disenterías y tuberculosis, además, relaja los músculos y baja la presión arterial.

Las incisiones en frutos y tallos producen un látex blanco con la enzima papaina, que disuelve y digiere las materias

albuminoides. La papaina se usa en medicina para insuficiencia gástrica, heridas, gangrenas; en la industria textil se usa para suavizar la lana y la seda; en la industria de pieles y caucho tiene amplios usos; se emplea también para la fabricación de chicle, en cervecería para mejorar maltas. A demás, se usa para ablandar carnes. En una especie del Perú que no alcanza más de un metro de altura, las hojas se consumen en ensaladas y el fruto es una papayuela.

1.3.6 Caracterización de la Bocona (Cetengraulis edentulus), como materia prima. Presenta una coloración pálida, dorso y parte superior de la cabeza con puntuaciones oscuras a menudo formando dos líneas continuas por detrás de la dorsal, parte inferior de los lados del cuerpo y cabeza plateado, una banda plateada longitudinal a los lados del cuerpo. Ver anexo H.

Se observa muy frecuentemente en el interior de las lagunas de manglares, de importancia notable como pez de forraje para especies carnívoras y como carnada para la pesca artesanal. Se observa muchas veces en grandes cardúmenes.

Los Engraulidae están integrados por especies de pequeños tamaños que normalmente no sobrepasan una longitud de 20 cm. En general son de hábitos pelágicos en aguas costeras, a menudo muy cerca del litoral, pero existen también numerosas especies bentónicas, o de hábitos bentónicos en algunas etapas de su vida. La mayor parte de las especies son marinas, en Venezuela también hay muchas en aguas salobres y algunas son estrictamente dulce-acuícolas.

La forma del cuerpo es alargada y lateralmente comprimida, los ojos son laterales, de regular tamaño y la boca muy grande y situada en posición inferior debido a la prominencia del rostro, que se proyecta hacia adelante por el gran desarrollo de la porción etmoidal del cráneo.

Las aletas carecen de espinas. La única aleta dorsal existente se sitúa aproximadamente en posición central sobre la línea media del dorso, normalmente está sostenida por 13 a 17 radios, de los cuales los dos o tres primeros no están ramificados, y el primero es normalmente pequeño.

El cuerpo está recubierto de escamas grandes cicloides normalmente caedizas al tacto. existen escamas axiales alargadas en los pectorales y la aleta pélvica.

Las especies de engraulidae son de corta vida (2 a 3 años) con crecimiento rápido y fecundidad relativamente alta. Los huevos de una gran mayoría de especies son de características elipsoides con diámetro mayor entre 1 y 2 mm, y menor a 1 mm. Las especies pelágicas forman cardúmenes de comportamiento colectivo. Juega un papel esencial en los niveles inferiores y medios de la cadena trófica.

El género *Cetengraulis* (Gunter, 1868), se distingue de todos los demás engraulidae de Venezuela y de América porque las membranas branquiostegos están unidas entre sí a lo largo de todo el istmo.

1.3.6.1 Clasificación taxonómica.

Phylum:	chordata
Subphylum:	craniata
Clase:	teleostomi
Subclase:	actinopterygii
Orden:	clupeiforme
Suborden:	clupeoidei
Superfamilia:	clupeoidae
Género:	cetengraulis
Especie:	edentulus

1.3.6.2 Distribución. Según las prospecciones realizadas hasta el momento, ha podido separarse el género Cetengraulis, en dos especies para los Océanos Atlántico y Pacífico, la del Océano Atlántico Cetengraulis edentulus, se distribuye desde las Indias occidentales hasta el Brasil, siendo común en Cuba y Jamaica (Everman et al., 1962; Duarte, Bello y Buesa, 1973). Palacio (1974) la localiza en las Indias occidentales y desde Costa Rica hasta el Brasil. Cervigón (1980) y Simpson y Griffiths (1976) amplían su rango de distribución desde México hasta el sur del Brasil. Finalmente según Fisher (1978) se localiza en toda el área costera del mar Caribe, hasta el

sur del Brasil.

1.3.6.3 Importancia Pesquera. Se captura con redes de cerco o con atarraya con fines comerciales para la fabricación de harina.

1.3.6.4 Datos de captura. M. barros y J. correa reportaron datos de captura de la Bocona para los meses de Mayo del 93 a Enero del 94 un total de 496.864 Kg, para la zona de Santa Marta, Colombia.

1.3.6.5 Información biológico Pesquera.

1.3.6.5.1 Desove. Hay dos tipos de desove para macho y hembra, alrededor de junio y diciembre con duración aproximada de 2 y 3 meses respectivamente, sin embargo se han observado desoves esporádicos.

1.3.6.5.2 Talla mínima de madurez. La talla mínima de inicio de madurez se ubicó en 90 mm para los machos y en

110 mm para las hembras, y la talla de la primera madurez para los machos en 122 mm y hembras 126 mm. La talla promedio de madurez sexual para machos y hembras en 148 mm y 154 mm respectivamente.

1.3.6.5.3 Depredadores de la Bocona. Como depredadores de la bocona se encuentran principalmente las aves marinas, como el pelicano, la fragata y el pato ciervo, los que ayudan incluso a la detección de cardúmenes.

1.3.6.6 Características de las artes de pesca. Las artes utilizadas para la captura de Cetengraulis edentulus se detallan a continuación.

Atarraya

Altura	4.12 m
Circunferencia	23 m
Ojo de malla	2.88 cm
Ojo seno	2.53 cm
Material	Nylon multifibra
Trinche	11 cm
Plomo	5.227 Kg

Chinchorro

Altura	4 m
Long.ala	250 m
Ojo malla	7.7 cm
Ojo o copo	3.7 cm

2. JUSTIFICACION

Se fundamenta el presente ensayo de investigación en determinar las condiciones óptimas de ensilaje a nivel experimental que permita conservar productos pesqueros que puedan ser utilizados para el consumo animal (ganado vacuno, porcinos, pollos, ovejas, conejos y peces, etc), en los periodos de poca abundancia. También es importante, pues es una manera de aprovechar los desechos de frutas tales como: piña, papaya, maracuyá, cuyas cantidades son bastante apreciables en las empresas procesadoras de frutas entre otras, y cuyos precios son bastante bajos, también es una forma de poder aprovechar una fuente de proteínas que se encuentra subutilizada y de muy bajo costo como la bocona (Cetengraulis edentulus).

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL.

Desarrollar un ensilado de pescado con la especie pesquera Bocona (Cetengraulis edentulus) y desechos de frutas tropicales, Papaya (Carica papaya), Piña (Ananus comusus) y Maracuyá (Passiflora edulis), y demostrar su alto valor nutricional y bajo costo de producción, para su posterior utilización en el engorde de animales.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

3.2.1 Obtener un ensilado de pescado y frutas, con diferentes relaciones entre sí.

3.2.2 Obtener un ensilado con la especie pesquera Bocona (Cetengraulis edentulus), utilizando diversas relaciones de pescado: desechos de Piña (Ananus comusus) (1:1, 1:2, 1:3, 2:1).

3.2.3 Obtener un ensilado con la especie pesquera Bocona (Cetengraulis edentulus) utilizando diversas relaciones de pescado : desechos de Papaya (Carica papaya) (1:1, 1:2, 1:3, 2:1).

3.2.4 Obtener un ensilado con la especie pesquera Bocona (Cetengraulis edentulus) utilizando diversas relaciones de pescado : desechos de Maracuyá (Passiflora edulis) (1:1, 1:2, 1:3, 2:1).

3.2.5 Elaborar mezclas de diversas fuentes de enzimas Vegetales, utilizando las siguientes relaciones Piña : Papaya : Maracuyá (33.33, 33.33 y 33.33 % ; 40,30 y 30 % ; 30,30 y 40 % ; 30,40 y 30 % ; 25, 25 y 50 % ; 25, 50 y 25 % ; 50, 25 y 25 %) respectivamente.

3.2.6 Elaborar ensilados con la especie pesquera Bocona (Cetengraulis edentulus) y las diversas mezclas realizadas con desechos de Piña , Maracuyá , Papaya, teniendo en cuenta las relaciones (1:1, 1:2, 1:3, 2:1) respectivamente.

3.2.7 Efectuar análisis bromatológicos y Microbiológicos a la materia prima utilizada (pescado, frutas y mezclas de éstas), así como a los ensilados obtenidos.

3.2.8 Efectuar lecturas de pH iniciando el proceso, a las materias primas, a las mezclas de estas, y posteriormente a los ensilados durante su almacenamiento.

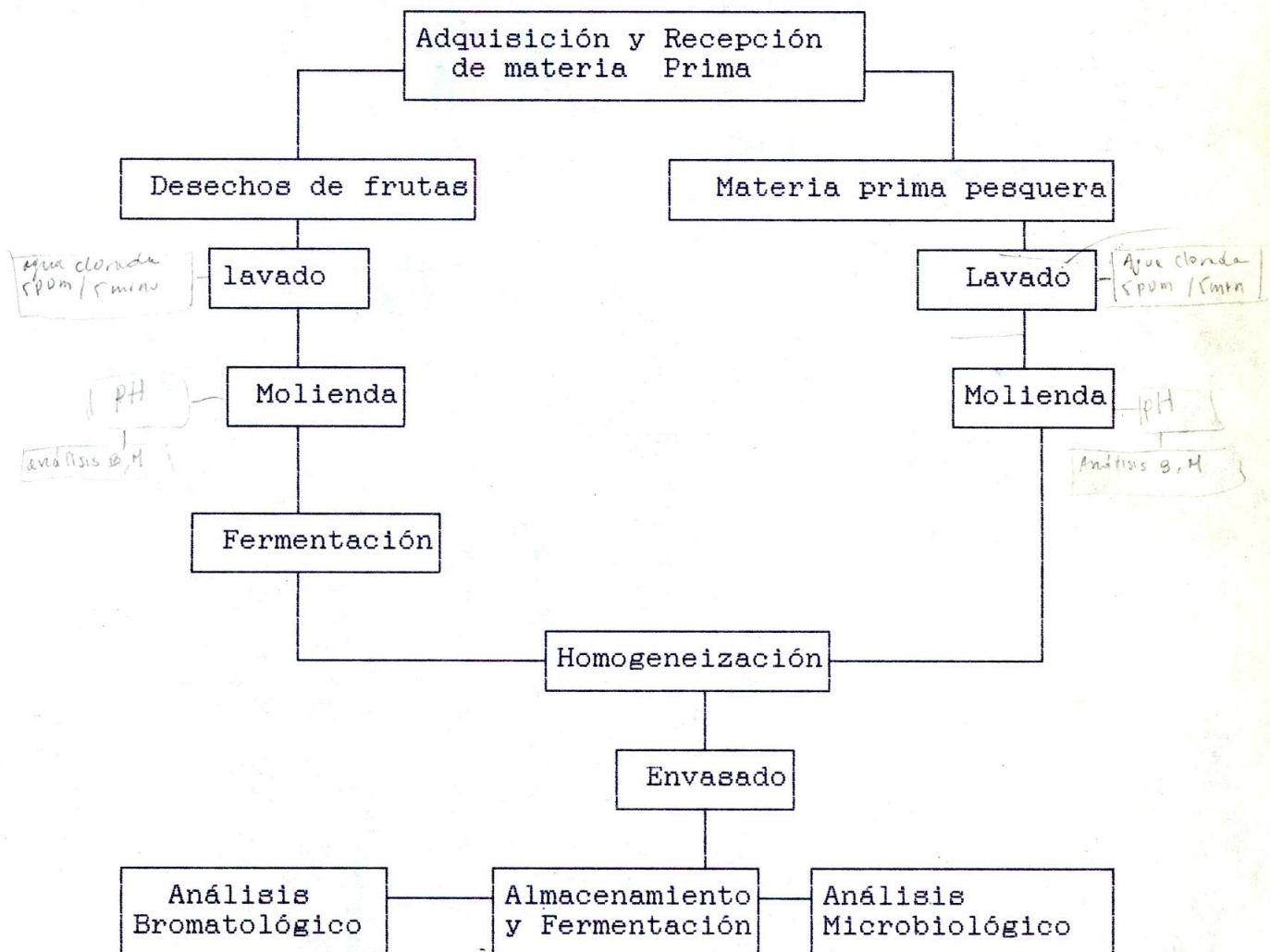
3.2.9 Determinar, con base en el valor de materia prima y otros insumos, el costo preliminar de elaboración de los ensilados producidos.

4. FORMULACION DE LA HIPOTESIS

La utilización de enzimas Vegetales presentes en desechos de frutas, como : Maracuyá (Passiflora edulis), Piña (Ananus comusus), Papaya (Carica papaya) en sustitución de ácidos minerales tales como clorhídrico, y sulfúrico y orgánicos como el fórmico, permite lograr una adecuada producción de Ensilados de Pescado.

5. DISEÑO METODOLÓGICO

DIAGRAMA DE FLUJO 1



6. MATERIALES Y METODOS

6.1 METODOLOGÍA.

Durante la elaboración del ensilado húmedo de Bocona (Cetengraulis edentulus) con desechos de las frutas tropicales, Papaya (Carica papaya), Maracuyá (Passiflora edulis), Piña (Ananus comusus), se tuvieron en cuenta las operaciones indicadas en el Diagrama de flujo 1.

6.1.1 Adquisición y recepción de la materia prima. La materia prima pesquera (Bocona) fué obtenida en el corregimiento Isla del Rosario, Municipio de Pueblo Viejo, departamento del Magdalena, siendo comprada a los pescadores locales, luego fué empacada en sacos de polipropileno y transportada de inmediato al C.P.P.P.T., y los desechos de frutas se obtuvieron en el mercado público de la ciudad de Santa Marta, y trasladados en

bolsas plásticas al C.P.P.P.T.

6.1.2 Lavado de la materia prima. Una vez en la planta, a la materia prima se le sometió a un fuerte lavado con agua a presión para eliminar restos de arena, impurezas, y mucosidades, luego fué sumergida en una solución de agua clorada a 5 p.p.m. durante 5 minutos, para contrarrestar la carga microbiana.

6.1.3 Triturado y fermentado. La materia prima vegetal luego de ser lavada se picó y se trituró en un molino eléctrico con una criba de 5 mm de diámetro, y fué puesta en recipientes plásticos, y fermentada por espacio de 3 días, a una temperatura promedio de 30°C. (Ver anexo A, y anexo C).

6.1.4 Descabezado, eviscerado y triturado. La materia prima pesquera después de ser lavada, se evisceró, y se descabezó, luego se lavó con agua a presión para eliminar restos de sangre y viseras, y fué triturada en un molino eléctrico con criba de 5 mm de diámetro. Ver anexos B y C.

6.1.5 Lecturas de pH inicial. Una vez trituradas las materias primas, se les tomó lectura de pH, individualmente con un potenciómetro digital. Ver Tab.4

6.1.6 Análisis Bromatológicos de las materias primas. Luego de realizar las lecturas de pH, se procedió a tomar muestras de cada una y se les determinó humedad, ceniza, grasa, y proteína. Ver Tabla 2.

6.1.7 Homogeneizado. Una vez fermentados los desechos de frutas se procedió a mezclarlos con la pasta de pescado, cumpliendo con las relaciones de peso, dicha homogeneización se realizó manualmente en vasiijas plásticas, hasta lograr la textura deseada.

6.1.8 Envasado. Una vez homogeneizado el producto se envasó en frascos de vidrio transparente, llenando hasta que alcanzó un peso de 200 gr, con la relación deseada.

6.1.9 Determinación de análisis Bromatológicos y microbiológicos iniciales. Del producto envasado se tomaron

muestras para la determinación de humedad, ceniza, grasa, y proteína. Ver Tabla No.2. También se realizaron análisis microbiológicos, determinando U.F.C. para hongos y levaduras, coliformes totales y fecales, y Staphilococcus aureus. Ver Tabla 13.

6.1.10 Sellado de los frascos. Una vez tomadas las muestras se procedió a colocar una membrana plástica, para cerrarlos con tapas metálicas, recubiertas con pintura esmaltada, luego fueron sellados con cinta adhesiva ancha para buscar condiciones anaeróbicas dentro de los frascos. Ver anexo F.

6.1.11 Almacenamiento. Los frascos con el producto fueron almacenados a temperatura ambiente (30- 40°C) durante 30 días, en una bodega con buena ventilación, y protegidos del sol, lluvia, y suciedad.

6.1.12 Selección de relaciones aptas para consumo. Durante el período de almacenamiento, al producto se le realizó lecturas de pH, y análisis organoléptico, para poder conocer la calidad con el paso del tiempo. Se descartaron

todas las relaciones que durante el período de almacenamiento presentaron olores desagradables, tales como a derivados del azufre, amoníaco, o a pudrición, asociados siempre a procesos de descomposición irreversibles.

Las relaciones seleccionadas presentaron un agradable olor y color de fruta deshidratada, y valores de pH entre 4,0 y 5,0 al final del período de almacenamiento. Ver anexos E y F, y Tablas 10 y 11.

6.2 CONTROL DE CALIDAD.

6.2.1 Análisis Bromatológicos. A cada una de las relaciones de ensilaje de pescado con desechos de frutas tropicales se les determinó humedad en estufa con aire por convección a 105 °C, durante 4 horas, según los métodos oficiales de la A.O.A.C; Proteína, por el método de micro Kjeldhal; Grasa, por el método de Howard; Cenizas, por calcinación en mufla a 550 °C durante 4 horas, según método oficial de la A.O.A.C. los análisis se realizaron inicialmente a todas las relaciones, y finalmente solo a

las relaciones seleccionadas como aptas para consumo(10 en total). Ver Tablas 11 y 12.

6.2.2. Análisis organolépticos. Se basó en el olor y el color. El olor es el indicador primordial de la calidad del ensilado y del pescado fermentado, en general. Una parte del aroma surge durante el proceso de fermentación, que según los procesos, está constituido por bases volátiles, principalmente TMA y ácidos grasos volátiles.

El olor fué indicativo de posible descomposición cuando hubo presencia de sustancias sulfuradas, amoniacales, y pútridas. No obstante, el olor indicó buena calidad del producto cuando aquél mostró fragancias de fruta deshidratada, bastante agradables.

El cambio de color en el producto fué un buen indicador de la calidad del ensilaje, ya que cuando el color fué tornándose más intenso, siempre estuvo asociado con bajos valores de pH, muy buen olor, y buena calidad, y cuando sufrió decoloración siempre fué indicador de descomposición, en asocio con valores de pH altos, y olores

desagradables (Ver Tablas 11 y 12, Anexo D).

6.2.3. Lecturas de pH. A cada relación se le tomó lecturas de pH desde el día 0, hasta el final del proceso, con intervalos predefinidos en los días : 0, 3, 8, 16, 22, 30. Las relaciones que presentaron problemas de descomposición siempre estuvieron asociadas a valores de pH elevados, y las relaciones en buen estado presentaron valores de pH bajos, entre 4,0 y 5,0. Al final del estudio solo 10 relaciones presentaron valores de pH aceptable, el resto (30 relaciones) presentaron valores superiores a 5,0, que fueron asociadas con una fuerte descomposición. (Ver anexo D).

6.2.4 Análisis microbiológicos. Los análisis microbiológicos se realizaron según las técnicas recomendadas por A.P.H.A.(1980), realizándose recuento en placa de U.F.C. de hongos y levaduras (6 días x 29°C); colimetría total y fecal (número mas probable), en tubos múltiples de fermentación, serie de 9 tubos x 24 y 48 horas a 37°C y 45°C respectivamente; recuento en placa de U.F.C. de Staphylococcus aureus (37°C x 48 horas), dando resultados que indicaron buen manejo de la higiene durante todo el

proceso.

Para tomar las muestras a analizar fué indispensable tener en cuenta los porcentajes recomendados por A.P.H.A. (5-20% del total), empleándose para esto un sistema de números aleatorios, tomando para las relaciones iniciales el 12,5% del total, y para las relaciones finales el 20% de su total. (Ver Tabla 13 y Tabla 14).

7. SELECCION Y MEDICION DE LAS VARIABLES

Las variables que se tuvieron en cuenta en la investigación fueron:

1. Y_1 = Fuentes simples de Enzimas Vegetales

X_1 = Piña (Ananus comusus)

X_2 = Papaya (Carica papaya)

X_3 = Maracuyá (Passiflora edulis)

$$Y_1 = f(X_1, X_2, X_3)$$

2. Y_2 = Fuentes combinadas de Enzimas Vegetales

(Piña : Papaya : Maracuyá)

$$X_4 = 33.33 : 33.33 : 33.33.$$

$$X_5 = 40 : 30 : 30.$$

$$X_6 = 30 : 30 : 40$$

$$X_7 = 30 : 40 : 30.$$

$$X_8 = 25 : 25 : 50.$$

$$X_9 = 25 : 50 : 25.$$

$$X_{10} = 50 : 25 : 25.$$

$$Y_2 = f(Y_1, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10})$$

3. Y_3 = Ensilaje según sendas relaciones de Pescado:

Fuentes de Enzimas Vegetales.

$$X_{11} = 1:1$$

$$X_{12} = 1:2$$

$$X_{13} = 1:3$$

$$X_{14} = 2:1$$

$$Y_3 = f(Y_2, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14})$$

4. Y_4 = Análisis

$$X_{15} = \text{Bromatológico}$$

$$X_{16} = \text{Microbiológico}$$

$$Y_4 = f (Y_3, X_{15}, X_{16})$$

5. Y_5 = Producción de ensilajes

$$Y_5 = f (Y_1, Y_2, Y_3, Y_4)$$

8. DETERMINACION DEL UNIVERSO GEOGRAFICO Y TEMPORAL DEL ESTUDIO

El trabajo de investigación fué llevado a cabo en el Centro Planta Piloto Pesquera de Taganga de la Universidad del Magdalena, ubicado en el corregimiento de Taganga jurisdicción del municipio de Santa Marta. La población de Taganga se encuentra al Norte de la ciudad de Santa Marta a 3.5 Km de la misma; goza de un clima seco durante la mayor parte del año, con una temperatura promedio, durante la investigación, de 30°C.

8.1 FORMA DE OBSERVAR LA POBLACION

El análisis de la población fué directo, ya que toda la información primaria provino de la observación minuciosa y exhaustiva que se tuvo en cada uno de los pasos y operaciones que fueron indispensables en el procesamiento

y análisis, del producto.

8.2 TECNICAS E INSTRUMENTOS UTILIZADOS EN LA RECOLECCION DE INFORMACION.

Se tomó información directa a través de todo el proceso investigativo, mediante observación, análisis organolépticos, bromatológicos, microbiológicos, lecturas de pH, y se comparó con la información pre-existente.

9. RESULTADOS Y DISCUSION

9.1 CONTROL DE CALIDAD DE LA MATERIA PRIMA

Tabla 1. Codificación de relaciones de ensilados. *copied*

Tipo de mezcla	Relación	Código
- Pescado: Piña	1:1	0-1-1
- Pescado: Piña	1:2	0-1-2
- Pescado: Piña	1:3	0-1-3
- Pescado: Piña	2:1	0-1-4
- Pescado: Papaya	1:1	0-2-1
- Pescado: Papaya	1:2	0-2-2
- Pescado: Papaya	1:3	0-2-3
- Pescado: Papaya	2:1	0-2-4
- Pescado: Maracuyá	1:1	0-3-1
- Pescado: Maracuyá	1:2	0-3-2
- Pescado: Maracuyá	1:3	0-3-3
- Pescado: Maracuyá	2:1	0-3-4
- Pescado: Mezcla de frutas (Piña, 33%; Papaya, 33%; Maracuyá, 33%)	1:1	0-4-1
	1:2	0-4-2
	1:3	0-3-3
	2:1	2-4-4

continuación Tabla 1.

Tipo de mezcla	Relación	Código
- Pescado: Mezcla de frutas (Piña, 50%; Papaya, 25%; Maracuyá, 25%)	1:1 1:2 1:3 2:1	0-5-1 0-5-2 0-5-3 0-5-4
- Pescado: Mezcla de frutas (Piña, 40%; Papaya, 30%; Maracuyá, 30%)	1:1 1:2 1:3 2:1	0-6-1 0-6-2 0-6-3 0-6-4
- Pescado: Mezcla de frutas (Piña, 30%; Papaya, 30%; Maracuyá, 40%)	1:1 1:2 1:3 2:1	0-7-1 0-7-2 0-7-3 0-7-4
- Pescado: Mezcla de frutas (Piña, 30%; Papaya, 40%; Maracuyá, 30%)	1:1 1:2 1:3 2:4	0-8-1 0-8-2 0-8-3 0-8-4
- Pescado: Mezcla de frutas (Piña, 25%; Papaya, 25%; Maracuyá, 50%)	1:1 1:2 1:3 2:1	0-9-1 0-9-2 0-9-3 0-9-4
- Pescado: Mezcla de frutas (Piña, 25%; Papaya, 50%; Maracuyá, 25%)	1:1 1:2 1:3 2:1	1-0-1 1-0-2 1-0-3 1-0-4

9.1.1 **Análisis Bromatológicos.** Los resultados se presentan en la Tabla 2.

- La materia prima pesquera presentó el menor porcentaje de humedad (62.33 %), y la papaya y la piña presentaron los mayores valores (89,55 y 86,21%), al inicio del estudio.

Tabla 2. Análisis Bromatológicos de las materias primas.
(Base húmeda).

TIPO DE ANALISIS (g/100 g)				
Materia Prima	Humedad	Cenizas	Grasa	Proteína
Piña	86.21	0.62	0.17	0.52
Papaya	89.55	0.45	0.16	0.28
Maracuyá	81.22	0.55	0.31	0.30
Bocona	62.33	2.52	8.01	17.61

- Los mayores niveles de cenizas los presentó la materia prima pesquera, ya que su valor (2,52%) fué cuatro veces mayor al valor presentado en las frutas.

- Según su contenido graso, la materia prima pesquera se encuentra incluida en la categoría de "grasa media", de acuerdo a las categorías establecidas por Stansby, tal como se aprecia en la Tabla 3.

- En la materia prima vegetal (frutas), el contenido de grasa fué casi despreciable, con la excepción del maracuyá (0,31 %), que fué procesado con semilla, la cual posee aceite en volumen cuantificable.

- Los contenidos de proteína para el pescado fueron altos (17.61%), según las categorías establecidas por Stansby; en las frutas, los valores fueron muy bajos, lo que quizás no representen aportes significativos en el producto final (Ver Tablas 2 y 3).

Tabla 3. Clasificación del pescado según su contenido de grasa y proteína.

Categoría	Clase	Grasa g/100 g	Proteína g/100 g
A	Grasa baja alta proteína	< 5	15 - 20
B	Grasa media alta proteína	5 - 15	15 - 20
C	Alta grasa baja proteína	> 15	< 15
D	Grasa baja muy alta proteína	< 5	> 20
E	Grasa baja baja proteína	< 5	< 15

Fuente: STANSBY , M.E. Tecnología de la Industria Pesquera. Zaragoza. Acribia, 1979

9.1.2 pH. Los valores se presentan en la Tabla 4.

- La materia prima pesquera presentó valores de pH que se encuentra entre aquellos indicadores de buena calidad de los productos pesqueros (6.3 - 7.0.).

- A cada fruta se le midió dos veces el pH antes de ser mezclada con el pescado. En el tiempo cero (primer día), la papaya presentó el pH mayor (6.23%), cercano a la neutralidad. La maracuyá presentó el menor valor de pH (3.22%), que indica su carácter de fruta muy ácida. y la piña presentó un valor de pH medio bajo (4.45%). Luego las frutas se dejaron en fermentación por espacio de tres días, y se les realizó una segunda lectura, determinándose que la maracuyá siguió siendo la más ácida, la papaya presentó disminución bastante marcada del pH (3.67), y la piña continuó presentando acidez media, estas modificaciones de pH fueron favorables en el control de bacterias putrefactivas, e influyeron en la calidad del producto final, logrando de esta forma aplicar el método de la bioproteocaténólisis (V. Bertullo).

- Estos valores preliminares de pH permitieron suponer que los mejores resultados en el producto final podrían ser determinados con aquellas relaciones formuladas con mayores cantidades de maracuyá y papaya.

Tabla 4. Valores de pH para materias primas.

Materia prima	Día 0	Día 3
Piña (<u>Ananus comusus</u>)	4.45	3.31
Papaya (<u>Carica papaya</u>)	6.23	3.67
Maracuyá (<u>Passiflora edulis</u>)	3.22	3.09
Bocona (<u>Cetengraulis edentulus</u>)	6.89	-

9.1.3. Análisis Organolépticos. Los resultados se presentan en las Tablas 5 y 6.

Tabla 5. Codificaciones para Análisis Organolépticos.

Olor	Color
1. Fresco agradable	A (De fruta) intenso
2. Fruta dulce-deshidratada	B (De fruta) natural
3. Penetrante - rancio	C (De fruta) decolorada
4. repugnante -Sulfurado	D Grisáceo
0. Fruta fermentada-vinagre	

- Como indicadores de frescura de la materia prima se utilizaron el olor y el color.

- Los resultados establecidos en la materia prima pesquera, fueron indicativos de buena calidad, para ser procesada.
- Los resultados determinados en las frutas al inicio (Día 0), fueron buenos, con olor fresco agradable y un color intenso, característicos de frutas sanas.
- Al cabo de tres días de fermentación las frutas modificaron las características iniciales, y presentaron un olor a vinagre, bastante dulce y coloración a fruta menos intensa que al inicio.

TABLA 6. Análisis Organolépticos en función del tiempo, para materias primas.

Materia Prima	Día 0	Día 3
Piña (<u>Ananus comusus</u>)	1-A	0-B
Papaya (<u>Carica papaya</u>)	1-A	0-B
Maracuyá (<u>Passiflora edulis</u>)	1-A	0-B
Bocona (<u>Cetengraulis edentulus</u>)	1-A	-

9.1.4 Análisis Microbiológicos. - Para éste tipo de análisis se tuvo en cuenta la totalidad de las muestras (materia prima y ensilados), sometiénola a una selección

al azar mediante números aleatorios. De las muestras al azar ninguna correspondió a materia prima, pero es de suponer que si los productos mostraron buen estado microbiológico, las materias primas debían ser de óptima calidad.

9.2 CONTROL DE CALIDAD DE LOS ENSILADOS.

9.2.1 Análisis Bromatológicos. Los resultados se resumen en las Tablas 7 y 8.

- Durante el proceso de ensilado se presentó incremento en el contenido de humedad, proporcional a la cantidad de frutas presentes en dicho proceso, independiente del tipo de fruta ó mezcla de éstas.

- El incremento en el contenido de humedad es independiente del tipo de frutas ó mezcla de éstas, ya que el contenido de humedad de las tres frutas fué muy semejante. Quizás la variación en el porcentaje de humedad entre el inicio y el final se explique por el hecho de que las frutas

presentaron mayor contenido de humedad que el pescado. Entonces, es posible que con el paso del tiempo se efectúe una dilución entre las materias primas.

- Los contenidos de cenizas fueron directamente proporcionales a las cantidades de pescado que participaron en el proceso, independiente de la fruta ó mezclas de éstas. Esta tendencia general se presenta debido a que los bajos porcentajes de cenizas en las frutas son similares entre sí, en comparación a los de pescado. Entonces al incrementar las cantidades de pescado, en el sistema resulta lógico el incremento del contenido final de cenizas.

- Se presentaron variaciones entre los valores de cenizas inicial y final en los ensilados, quizás debido a la licuefacción del producto con el paso de los días. Al final del proceso disminuyó levemente el contenido de cenizas.

- Los contenidos de grasa se incrementaron a medida que aumentaron las cantidades de pescado en las relaciones; lo cual se explica por que los valores de grasa en la materia

prima pesquera son relativamente altos (Tabla 3).

- La cantidad de proteína se incrementó a medida que las relaciones se elaboraron con mayor cantidad de pescado, cuyo nivel de proteína fué de 17,61%.

- Hubo un incremento en el nivel de nitrógeno protéico, con relación al día cero(0), y el día treinta (30), debido a la licuefacción de la materia prima, y la presencia de ácido láctico en el producto, que origina proteólisis con la subsiguiente formación de péptidos y aminoácidos libres en el sistema.

Tabla 7. Análisis Bromatológicos iniciales (Base húmeda).

Código	TIPO DE ANALISIS (g/100 g)			
	Humedad	Cenizas	Grasa	Proteína
0-1-1	80.75	2.27	3.00	9.08
0-1-2	84.61	0.82	1.30	7.79
0-1-3	84.94	0.70	2.00	5.05
0-1-4	72.58	2.51	5.04	9.12
0-2-1	80.21	2.87	4.04	6.63
0-2-2	86.87	1.25	1.80	6.17
0-2-3	87.88	1.12	2.11	5.65
0-2-4	75.81	3.19	4.68	8.48
0-3-1	74.25	2.27	3.16	11.00
0-3-2	75.20	2.02	2.74	4.13
0-3-3	75.90	1.45	2.45	3.53
0-3-4	70.54	3.53	5.03	14.10
0-4-1	78.65	2.41	4.26	11.40
0-4-2	82.75	2.05	3.16	6.56
0-4-3	82.94	1.54	2.19	3.57
0-4-4	73.76	3.37	4.59	11.69
0-5-1	79.43	2.22	3.37	11.77
0-5-2	85.20	2.09	2.67	4.22
0-5-3	85.89	1.56	2.27	4.04
0-5-4	77.89	2.69	4.11	12.30
0-6-1	80.05	2.34	3.21	8.33
0-6-2	85.08	2.23	2.47	5.27
0-6-3	82.99	1.43	2.30	4.28
0-6-4	76.11	3.49	4.30	13.71
0-7-1	80.97	2.28	4.27	8.09
0-7-2	82.80	1.61	3.03	4.70
0-7-3	84.54	2.06	1.90	4.23
0-7-4	76.39	2.44	4.36	10.36
0-8-1	80.83	1.78	3.77	6.23
0-8-2	81.30	1.15	2.92	5.38
0-8-3	84.04	1.03	2.25	4.82
0-8-4	75.30	3.23	4.09	11.02
0-9-1	77.87	2.24	4.65	10.44
0-9-2	83.06	1.75	2.94	4.85
0-9-3	85.42	1.47	2.76	4.67
0-9-4	76.16	3.02	5.65	11.20
1-0-1	79.97	2.52	3.00	8.41
1-0-2	81.01	1.53	2.46	5.00
1-0-3	85.13	1.25	2.36	5.24
1-0-4	76.02	2.76	3.49	9.96

Tabla 8. Análisis Bromatológicos (base húmeda) de las relaciones estables al final del proceso de ensilado.

Código	TIPO DE ANALISIS (g/100 g)			
	Humedad	Cenizas	Grasa	Proteína
0-3-1	69.46	2.79	6.44	12.60
0-3-2	73.31	2.22	3.47	8.41
0-3-3	72.89	1.91	3.00	6.88
0-4-3	80.63	1.43	2.79	6.11
0-6-3	82.20	0.86	3.43	5.82
0-7-3	80.67	1.87	3.43	5.95
0-8-3	81.25	1.75	3.25	6.01
0-9-3	84.24	0.43	3.05	5.13
1-0-2	79.00	1.62	4.53	7.02
1-0-3	79.80	1.56	1.05	5.47

9.2.2 pH. Los resultados se resumen en las Tablas 9 y 10, en las gráficas 1 a 10, y el anexo 4).

- El control de pH en los ensilados durante todo el tiempo de almacenamiento fue el parámetro más importante junto con el organoléptico, para determinar si el proceso evolucionaba en buenas condiciones, pues permitió descartar aquellos ensilados que mostraban signos de descomposición (Tablas 9 y 10).

- Con el fin de determinar la calidad del producto final, se pre-estableció que los valores iguales ó menores a 5,0 eran aceptables, y los mayores, indicadores de descomposición (Gráficas 1 a 10).

GRAFICO No. 1 CODIGO 0.3.1 pH Vs. TIEMPO

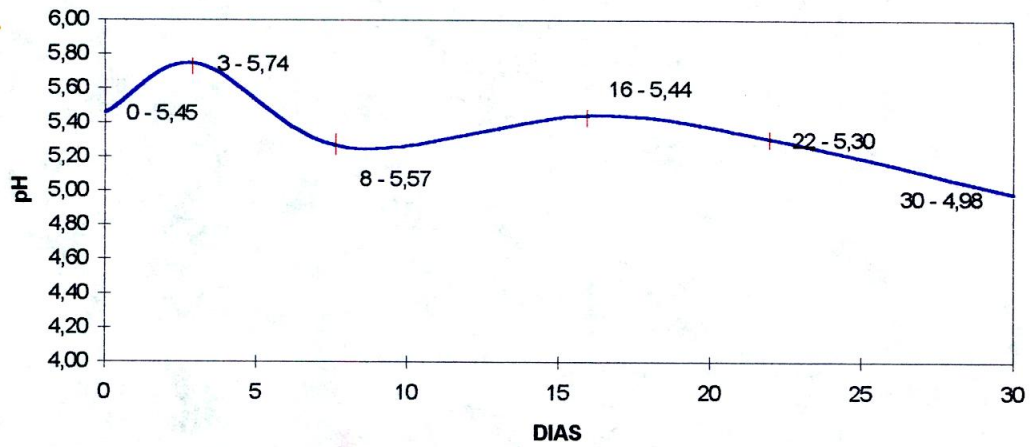


GRAFICO No. 2 CODIGO 0.3.2 pH Vs TIEMPO

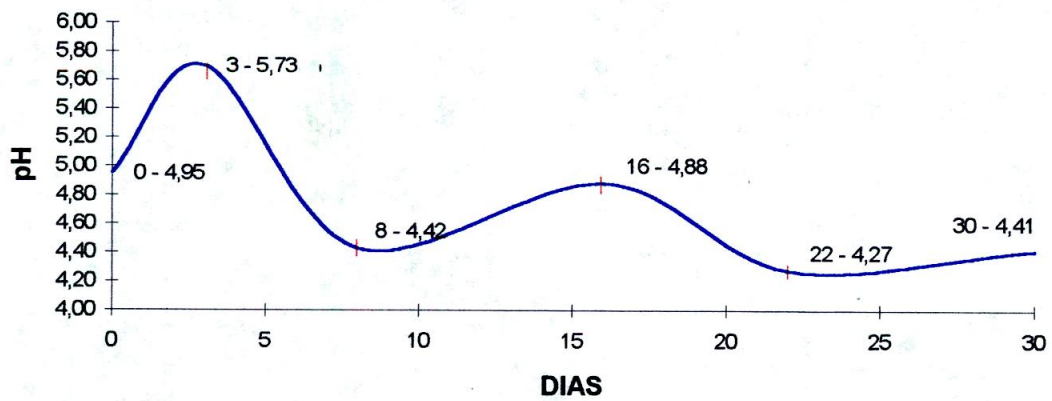


GRAFICO No. 3 CODIGO 0.3.3 pH Vs TIEMPO

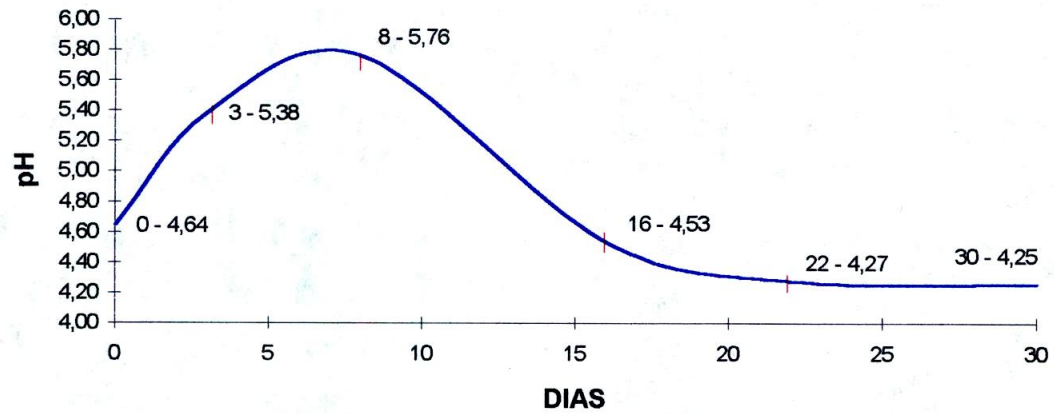
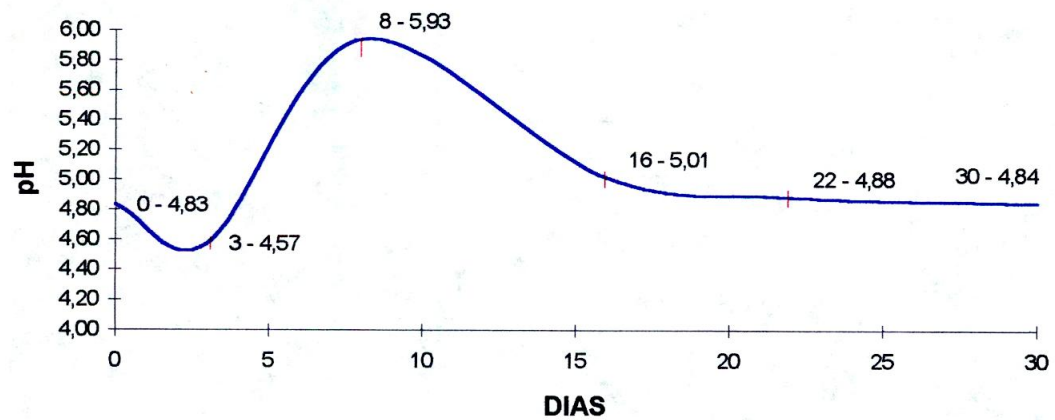


GRAFICO No. 4 CODIGO 0.4.3 pH Vs TIEMPO



- Los valores bajos de pH (ácidos) siempre correspondieron a productos de muy buena calidad.

- Durante el período de almacenamiento hubo variación en los valores de pH. en las lecturas siguientes al día cero (0); entre el día 3 y el 16 se presentó una variación irregular en casi todas las relaciones; esto quizás fue debido a que el producto se encontraba en un período de acondicionamiento en el cual las bacterias putrefactivas tratan de dominar, y la acidez del medio tiende a controlar y contrarrestar el efecto bacteriano.

- Entre los días 16 y 22 hubo tendencia a la estabilización del pH en los ensilados; observándose que las relaciones que no se deterioraron mostraron un descenso en el valor de pH. Es decir, el descenso rápido en el pH es importante para que no ocurra la putrefacción del producto.

- Aquellos ensilados, donde no ocurrió la disminución del pH a partir del día 16, ó continuó su incremento, fueron descartados, ya que presentaron descomposición putrefactiva.

GRAFICO No. 5 CODIGO 0.6.3 pH Vs TIEMPO

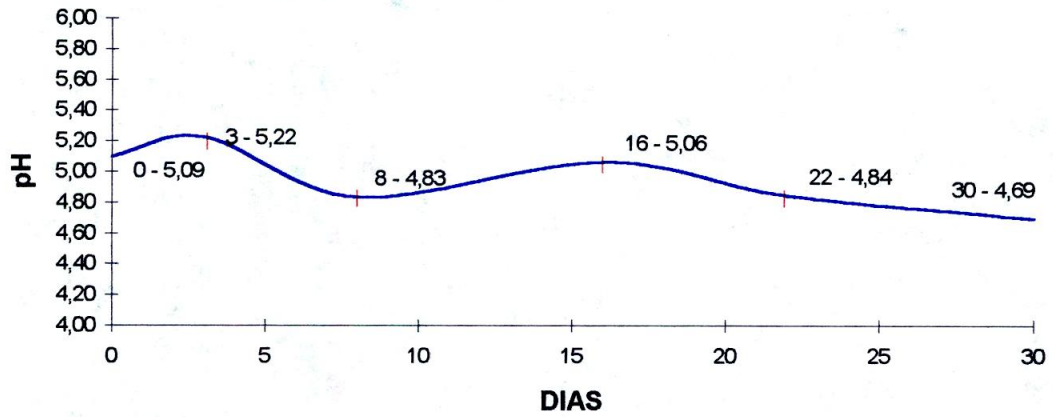


GRAFICO No. 6 CODIGO 0.7.3 pH Vs TIEMPO

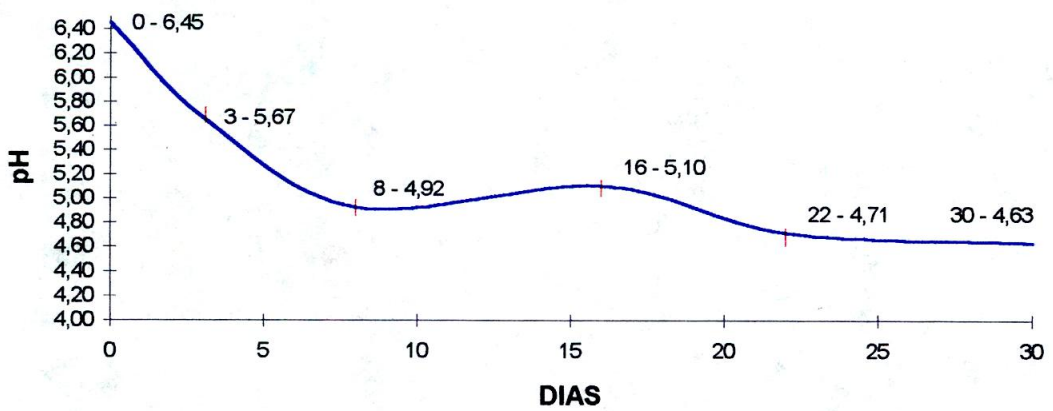


GRAFICO No. 7 RELACION 0.8.3 pH Vs TIEMPO

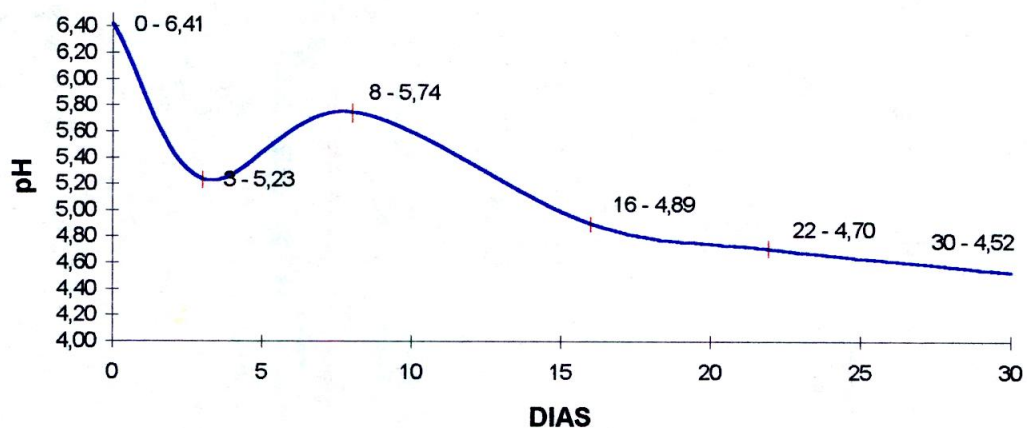
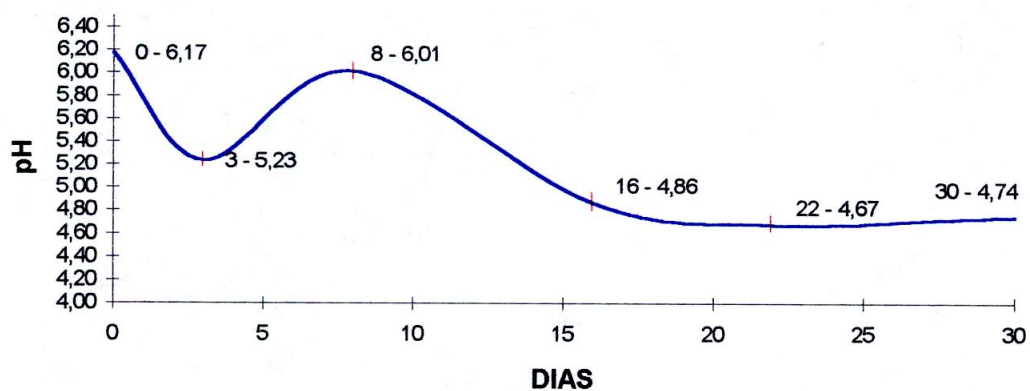


GRAFICO No. 8 RELACION 0.9.3 pH Vs TIEMPO



- También fueron descartadas las relaciones ensiladas que al día treinta (30) no habían logrado disminuir el pH a 5.00 ó menos, debido a que presentaron olor no agradable.

- Con base en el pH se seleccionaron las mejores relaciones codificadas al cabo de treinta (30) días de almacenamiento (Tiempo que duró el estudio). Estas relaciones (10 en total), permanecieron treinta (30) días más bajo almacenamiento, y se les volvió a registrar el pH, presentándose solo tres (3) códigos con lecturas aceptables (0-3-3, 1-0-3, y 0-3-2).

- Los pH más bajos se registraron en la relación de fruta individual que contenía mayor cantidad de maracuyá (código 0-3-3). En las relaciones de mezcla de frutas, la mejor fue la preparada con 50 % de papaya, 25 % de piña y 25 % de maracuyá (código 1-0-3).

- Las relaciones con sólo piña ó papaya no arrojaron buenos resultados, ya que todas mostraron valores de pH altos, siendo descartadas, por la elevada descomposición.

GRAFICO No. 9 CODIGO 1.0.2 pH Vs TIEMPO

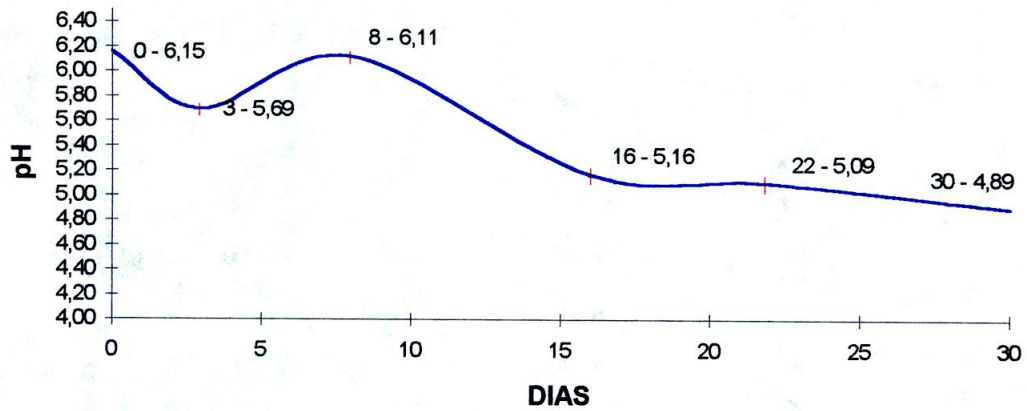
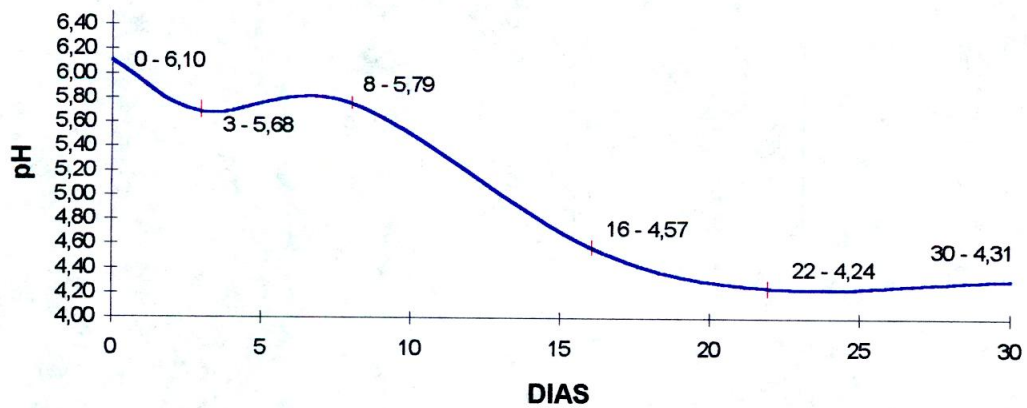


GRAFICO No. 10 CODIGO 1.0.3 pH Vs TIEMPO



- El mejor intervalo de pH lo presentaron los códigos 0-3-3 (Gráfica 3) y el 1-0-3 (Gráfica 10), seguidos en su orden por los códigos 0-3-2, 0-8-3, 0-7-3, 0-6-3, 0-9-3, 0-4-3, 1-0-2 y 0-3-1, que fueron los códigos aceptables al cabo de los treinta (30) días que duró la investigación.

Tabla 9. Valores de pH durante el proceso de ensilaje.

Código	pH					
	*D0	D3	D8	D16	D22	D30
0-1-1	5.27	-	7.27	-	7.67	-
0-1-2	4.86	-	5.75	-	6.12	-
0-1-3	4.62	-	5.14	-	6.09	-
0-1-4	5.76	6.79	6.94	7.23	-	-
0-2-1	5.12	-	7.25	-	7.53	-
0-2-2	4.71	-	6.46	-	7.03	-
0-2-3	4.80	-	5.00	-	6.49	-
0-2-4	5.53	-	7.45	-	7.26	-
0-3-1	5.45	5.74	5.25	5.44	5.30	4.98
0-3-2	4.95	5.73	4.42	4.48	4.27	4.41
0-3-3	4.64	5.38	5.76	4.53	4.27	4.25
0-3-4	6.07	5.40	6.02	6.89	-	-
0-4-1	5.31	5.38	6.79	7.08	-	-
0-4-2	5.00	4.87	6.18	5.82	5.89	5.87
0-4-3	4.83	4.57	5.93	5.01	4.88	4.84
0-4-4	5.85	6.13	7.06	7.12	-	-
0-5-1	5.64	5.65	6.79	-	-	-
0-5-2	5.02	5.04	6.41	5.92	5.77	5.86
0-5-3	4.91	4.73	5.92	5.19	5.10	5.11
0-5-4	5.93	6.57	6.98	7.15	-	-
0-6-1	5.60	5.74	6.42	6.53	-	-
0-6-2	5.18	5.64	5.43	5.67	5.57	5.71
0-6-3	5.09	5.22	4.83	5.06	4.84	7.69
0-6-4	6.00	6.46	6.83	6.84	-	-
0-7-1	6.76	6.13	6.25	6.84	-	-
0-7-2	6.56	5.71	6.18	5.57	5.49	5.50
0-7-3	6.45	5.67	4.92	5.01	4.71	4.63
0-7-4	6.92	6.36	6.94	7.15	-	-
0-8-1	6.70	5.71	6.02	6.36	-	-

* Día.

Continuación Tabla 9

Código	pH					
	*D0	D3	D8	D16	D22	D30
0-8-2	6.54	5.27	5.14	5.14	5.03	5.24
0-8-3	6.41	5.23	5.74	4.89	4.70	4.52
0-8-4	6.85	6.08	7.10	7.50	-	-
0-9-1	6.49	5.69	6.18	6.59	-	-
0-9-2	6.31	5.45	5.39	5.73	5.56	5.47
0-9-3	6.17	5.23	6.01	4.86	4.67	4.74
0-9-4	6.36	6.17	6.84	7.21	-	-
1-0-1	6.43	5.91	6.63	6.41	-	-
1-0-2	6.15	5.69	6.11	5.16	5.09	4.89
1-0-3	6.10	5.68	5.79	4.57	4.29	4.31
1-0-4	6.51	6.11	6.52	7.11	-	-

*Día.

Tabla 10. Valores de pH para las relaciones sin deterioro, a los sesenta(60) días de almacenamiento.

Código	pH	
	Día 30	Día 60
0-3-1	4.98	7.67
0-3-2	4.41	5.00
0-3-3	4.25	4.50
0-4-3	4.84	5.64
0-6-3	4.69	5.53
0-7-3	4.63	5.50
0-8-3	4.52	5.39
0-9-3	4.74	5.44
1-0-2	4.89	5.77
1-0-3	4.31	4.89

9.2.3 Análisis Organolépticos. Los resultados se resumen en las Tablas 11 y 12, y anexos 5 y 6).

- Los Análisis estuvieron caracterizados por dos condiciones físicas principales: olor y color, los cuales se encuentran codificados en la Tabla 5, en orden a la calidad observada en los productos.
- ✓ - Todas las relaciones codificadas presentaron buen olor y color al inicio y en el día tres (3), a excepción del código 0-1-4 que presentó olor rancio (en el día tres).
- A partir del día ocho (8) comenzaron a distinguirse las relaciones de buenas características organolépticas, y ya para ese día se descartó el código 0-5-1, debido a que el olor y el mal color fueron asociados con pH elevados.
- En el día diez y seis (16) se encontró que la mayoría de las relaciones que contenían una gran cantidad de pescado (2:1) mostraron olores repugnantes y azufrados asociados a valores de pH superiores a 6.00, indicativo de alta descomposición, por lo que se descartaron, además otras

catorce (14) relaciones codificadas.

- El día veintidós (22), con base en el análisis organoléptico, fue necesario descartar ocho (8) códigos entre los que se encontraron todas las relaciones formuladas con pescado: Piña y pescado: Papaya, además del código 0-1-4, que había sido inicialmente descartado. Estos códigos presentaron decoloración bastante marcada, y olor sulfurado entre penetrante y repugnante.

- En el día treinta (30) (final del período de estudio) se descartaron la totalidad de las relaciones 1:2, con pescado: mezcla de frutas, excepto los códigos 0-3-1, 0-3-2 y 1-0-2. El código 0-5-3 también se descartó. Estos códigos presentaron deficiente color (color grisáceo) y mal olor (sulfurado). Al final de ésta fase de estudio, resultaron diez (10) relaciones en buen estado, de las cuales hubo seis (6) relaciones pescado: mezcla de frutas (1:3) que significa que estas relaciones con igual o mayor cantidad de mezclas de frutas pueden dar buenos resultados. También presentaron buen resultado las relaciones 1:1, 1:2 y 1:3 de pescado: maracuyá, y la relación 1:2 de pescado: maracuyá (25 %); piña (25 %); papaya (50 %).

- Las mejores relaciones en olor y color fueron las correspondientes a los códigos 0-3-3 y 1-0-3, presentando color intenso de fruta natural y olor a fruta dulce deshidratada.

- Las relaciones elaboradas con mayor cantidad de papaya fueron las más fluidas, presentándose casi la total homogeneización entre el pescado y la fruta, de apariencia cremosa.

- Las relaciones que se deterioraron con mayor rapidez fueron las que presentaron más cantidad de pescado (1:1, 1:2, y 2:1).

- Las diez (10) mejores relaciones se almacenaron por treinta (30) días más y posteriormente se les realizó un nuevo análisis organoléptico, presentando aceptable estado solo tres (3) relaciones codificadas (0-3-2, 0-3-3, 1-0-3); las siete (7) restantes fueron descartadas por descomposición.

- A partir del día diez y seis (16) se inició un oscurecimiento en las relaciones en buen estado, que continuó hasta el final del estudio. Dicho oscurecimiento puede deberse al empardeamiento de tipo no enzimático, posiblemente debido a la reacción entre los carbohidratos presentes en las frutas y los lípidos del pescado. Además, cabe la posibilidad que haya continuado el empardeamiento debido a la reacción entre aminoácidos libres y proteínas con lípidos, o con los carbohidratos residuales de la fermentación de las frutas. Este empardeamiento se fue manifestando de forma progresiva, y es considerado normal en los ensilados de tipo biológico (Lacera, A, comunicación personal, Universidad del Magdalena, 1995) (Ver anexos E y F).

TABLA 11. Análisis Organolépticos del ensilaje en función del tiempo*

Código	Días					
	**Do	D3	D8	D16	D22	D30
0-1-1	2-B	-	3-B	-	4-C	-
0-1-2	2-B	-	2-B	-	4-C	-
0-1-3	2-B	-	3-B	-	3-C	-
0-1-4	2-B	3-B	4-C	4-D	-	-
0-2-1	2-B	-	3-C	-	4-D	-
0-2-2	1-B	-	3-B	-	4-C	-
0-2-3	1-B	-	2-B	-	3-C	-
0-2-4	2-B	-	3-C	-	4-C	-
0-3-1	1-B	2-B	2-B	2-B	2-C	2-C
0-3-2	1-B	1-B	2-B	2-B	2-B	2-B
0-3-3	1-B	1-B	2-A	2-A	2-A	2-A

Continuación Tabla 11

Código	Días					
	**Do	D3	D8	D16	D22	D30
0-3-4	1-B	2-B	3-B	4-D	-	-
4-0-1	1-B	2-B	3-C	4-C	-	-
0-4-2	1-A	2-A	3-B	3-C	3-C	4-C
0-4-3	1-A	2-A	2-B	2-B	2-B	2-D
0-4-4	1-A	2-B	3-C	4-C	-	-
0-5-1	1-B	2-B	3-C	-	-	-
0-5-2	1-B	2-B	2-C	2-C	2-C	3-D
0-5-3	1-B	2-B	2-B	2-B	2-B	2-B
0-5-4	1-B	2-B	3-B	4-D	-	-
0-6-1	1-B	2-B	2-B	3-C	-	-
0-6-2	1-B	2-B	2-B	2-B	2-C	3-C
0-6-3	1-B	2-B	2-A	2-A	2-A	2-B
0-6-4	2-B	2-C	2-C	3-D	-	-
0-7-1	2-B	2-C	2-C	3-C	-	-
0-7-2	1-A	2-B	2-C	2-C	2-C	4-C
0-7-3	1-A	2-A	2-A	2-A	2-A	2-B
0-7-4	1-B	2-B	2-C	3-D	-	-
0-8-1	1-B	2-B	2-C	4-C	-	-
0-8-2	1-A	2-A	2-B	2-B	3-C	4-C
0-8-3	1-A	2-A	2-A	2-A	2-B	2-B
0-8-4	2-B	2-B	2-C	3-C	4-C	-
0-9-1	2-B	2-B	2-B	3-C	-	-
0-9-2	2-A	2-B	2-B	2-C	3-C	4-C
0-9-3	1-A	2-A	2-B	2-B	2-B	2-B
0-9-4	1-B	2-B	2-C	4-C	-	-
1-0-1	1-B	2-B	3-C	4-C	-	-
1-0-2	1-A	2-B	2-B	2-B	2-C	2-C
1-0-3	1-A	2-A	2-B	2-B	2-B	2-A
1-0-4	1-B	2-B	2-C	4-C	-	-

* Vease Tabla 5. ** Día.

Tabla 12. Análisis Organolépticos para las diez (10) relaciones de ensilado finales (al cabo de sesenta días)*.

Código	Días	
	Día 30	Día 60
0-3-1	2-C	4-D
0-3-2	2-B	2-C
0-3-3	2-A	2-A
0-4-3	2-B	4-C
0-6-3	2-B	3-D
0-7-3	2-B	4-C
0-8-3	2-B	4-C
0-9-3	2-B	4-D
1-0-2	2-C	3-C
1-0-3	2-B	2-B

* Vease Tabla 5.

9.2.4 Análisis Microbiológicos. Los resultados se encuentran resumidos en las Tablas 13 y 14.

- La producción de fermentos a partir de las frutas fue factor determinante al momento de controlar y contrarrestar la acción de las bacterias putrefactivas.

- El recuento de hongos y levaduras reportó en su totalidad levaduras de color blanco, de forma estrellada y sin identificar.

✓ - La gran presencia de levaduras no causó problemas debido a que el almacenamiento tuvo un período corto. No obstante, es posible que con períodos más prolongados pueda ocurrir deterioro en el producto y crear condiciones apropiadas para la aparición de metabolitos tóxicos para los animales.

- La calidad higiénica del producto fue adecuada, ya que los recuentos de Coliformes totales, y Coliformes fecales (N.M.P.) al final del estudio fueron menores a 3 U.F.C./g.

✓ - La carga microbiana disminuyó considerablemente desde el período inicial (D0) hasta el final (D30), debido quizás a la acción del ácido láctico.

Tabla 13. Análisis Microbiológicos iniciales (Día 0)*

Código	Hongos y levaduras	C.Totales/g	C.Fecales/g	S.aureus/g
0-5-1	90×10^5	93	< 3	23×10^2
1-0-2	30×10^5	93	< 3	45×10^3
0-8-2	11×10^6	3	< 3	60×10^2
0-6-1	62×10^8	< 3	< 3	24×10^2
0-7-2	54×10^7	3	< 3	12×10^2

* Se tuvo en cuenta la totalidad de las relaciones para la selección aleatoria (12,5%)

Tabla 14. Análisis Microbiológicos finales (Día 30)*

Código	Hongos y levaduras	C.Totales/g	C.Fecales/g	<u>S.aureus</u> /g
0-3-3	60x10 ²	< 3	< 3	62x10 ²
0-8-3	30x10 ⁵	< 3	< 3	45x10 ²

* Se tuvo en cuenta solo las mejores relaciones para la selección aleatoria (20%)

9.2.5 Análisis preliminar de costo del producto. En las Tablas 15 y 16 se presenta el análisis del costo preliminar de elaboración del ensilado húmedo de pescado, Bocona (Cetengraulis edentulus), con desechos de frutas tropicales: Papaya (Carica papaya); Maracuyá (Passiflora edulis) y Piña (Ananus comusus). Para los análisis de costos se tuvieron en cuenta los costos fijos y los costos variables introducidos durante el proceso de elaboración.

Tabla 15. Costos variables en la producción de ensilaje de pescado con frutas tropicales.

Concepto	Cantidad	Unidad	P.U.	V.T(\$).*
Bocona	23.1	kg	50	1.155
Papaya	5.4	kg	30	162
Piña	5.4	kg	30	162
Maracuyá	5.4	kg	30	162
Frasco	120.0	und	120	14400
Plástico	120.0	dm ²	10.4	1248
Cinta adhesiva	120.0	mt	38.57	5400
Hipoclorito	1.0	lt	900.00	900
Detergente	0.5	kg	1200.00	600
Obreros/tiempo	5.13	hora	500.00	2565
Trasporte	23.1	kg	30.00	693
Total costos variables (CV).				\$ 27.447

Tabla 16. Costos fijos en la producción de ensilaje de pescado con frutas tropicales.

Concepto	Cantidad	Unid.	P.U	P.T.	V. I.*
Elástico	3	m	100	300	30
Plástico	3	m	60	180	18
Arrendamiento por (Molino, cuchillos, tablas,vasijas, cubetas,mesas, balanza,agua,luz)	3	día	10000	30000	30000
Total costos fijos. (C.F.T.)				\$	30048

*P.U precio unitario, P.T. precio total,
V.I. valor incidente, V.T. valor total.

9.2.5.1 Muestra de cálculos.

Costo total = C.V + C.F.T = \$ 57495

Costo por kilogramo = Costo total/Kilogramo producido
= \$ 57495/24 Kg = \$ 2395.63 /Kg

Costo por frasco (200 g) = Costo por Kg/5 unidades =
= \$ 2395.63/5 = \$ 479.13 /frasco.

- El costo preliminar de elaboración del producto fue bastante elevado. debido a que se trabajó bajo el marco de una etapa experimental. Es importante, por lo tanto señalar, que ya en la fase de industrialización los costos

de producción son bastante bajos de tal forma que pueden competir en el mercado.

10. CONCLUSIONES

- Las frutas son un gran aporte de carbohidratos fermentables en la producción de ensilajes de pescado con desechos de frutas tropicales.
- La fruta de mejor comportamiento en la elaboración de ensilado de pescado con desechos de frutas tropicales, fue la Maracuyá (Passiflora edulus).
- La mejor mezcla de desechos de frutas tropicales para la elaboración de ensilados de pescado fue: Piña (25 %): Papaya (50 %): Maracuyá (25 %).
- La mejor relación en la producción de ensilado de pescado con frutas tropicales fue 1:3.



*
- De los códigos estudiados los mejores fueron la 0-3-3 y el 1-0-3, ya que alcanzaron los mejores niveles de pH (4.25 y 4.31 respectivamente) por consiguiente, los mejores análisis organolépticos.

- Las mejores relaciones en cuanto a pH y calidad organoléptica, siempre se establecieron con las relaciones más bajas en pescado.

- Los ensilados elaborados con piña o papaya (en forma individual) se deterioraron completamente.

- Las relaciones con altos contenidos de pescado (1:1, 1:2, 2:1), sufrieron descomposición en relación directa a dicha cantidad de pescado (Excepto las relaciones cuyos códigos son 0-3-1, y 0-3-2).

- Los productos ensilados que presentaron mayor fluidez fueron aquéllos elaborados con mayor cantidad de papaya.

*

- Hubo empardeamiento no enzimático en los ensilados, generado posiblemente por la reacción entre los lípidos aminoácidos y proteínas presentes en el pescado, con los hidratos de carbono presentes en el producto o interacciones lípido-proteína o lípidos-Aminoácidos.

- La presencia de levadura en altas cantidades disminuyó, en muchos casos, la calidad de los productos ensilados.

- La calidad higiénica del producto fue buena, ya que los recuentos de Coliformes Totales y Coliformes Fecales (N.M.P) al final del estudio fueron menores a 3 U.F.C/g.

- Los mejores ensilados estuvieron acompañados por coloración intensa de fruta fresca, y un olor a fruta deshidratada, bastante agradable.

- Los análisis microbiológicos afirman que los productos finales que resultaron en buen estado al culminar el almacenamiento son aptos para consumo animal.

- Las enzimas vegetales (papaina, bromelina y proteasa), sustituyeron de manera adecuada la función de ácidos orgánicos y minerales en la producción adecuada de ensilados, en las relaciones pescado: fruta(s) utilizadas en el presente estudio.

11. RECOMENDACIONES

- Formular y difundir diversas técnicas de ensilaje, con adaptación a las condiciones e insumos disponibles en cada región.
- Implementar los ensayos piloto para la utilización de otras materias primas de origen animal o vegetal en ensilados de pescado, con el fin de mejorar el aprovechamiento del nitrógeno orgánico y minimizar sus efectos adversos sobre el medio ambiente.
- Ensayar actuales o nuevas fuentes de microorganismos y enzimas capaces de ser utilizadas en la elaboración de ensilados biológicos de pescado en condiciones de campo para el área rural o suburbana.

- Utilizar como materias primas para el ensilado, desechos de pescado (piel, cabeza, hueso, aletas, sangre, etc) y otros desechos orgánicos de origen animal o de origen vegetal (frutas, hortalizas, tubérculos, etc), los cuales pueden transformarse por esta tecnología, en alimentos útiles para la alimentación animal.

- Se recomienda para futuras investigaciones tener en cuenta la variable Temperatura (T°), durante todo el proceso.

- Se recomienda aplicar una cocción previa a las materias primas, para posteriormente realizar los ensilados, con el fin de reducir la carga bacteriana que pueda encontrarse en el interior de estas, y así mejorar la calidad del producto.

- Se recomienda realizar la evaluación biológica (nutricional), en ratas, curies, o pollos con el fin de obtener, una información más completa de la calidad y rendimiento del ensilado.

- Se recomienda llevar a nivel industrial este proceso ya que a este nivel la inversión de maquinaria y el requerimiento de mano de obra son mínimos, y si se emplean residuos de otros procesos como materia prima, se puede lograr un precio bastante competitivo en el mercado agropecuario.

- Difundir entre los acuicultores la importancia socio-económica de la fabricación de ensilado como fuente potencial de alimentos de origen protéico para sus producciones, o para la comercialización de los ensilados elaborados con los sub-productos de su cosecha, dirigida a granjas cercanas en donde se levanten animales para uso doméstico, o para explotación comercial, y así cerrar eficazmente el círculo de los denominados "cultivos integrales".

- Experimentar con otras relaciones de mayor cantidad de fruta, para procurar ampliar el período de vida útil del producto.

- Estudiar otras frutas como fuente de enzimas y carbohidratos.

- Emplear otras especies pesqueras no comerciales, que posean menor cantidad de grasa, ya que así se evita un deterioro en la calidad del producto.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ALVARES, Idelma, et al. Preparación de Salsa de Pescado, tipo Nuoc-Man. A partir de las Especies Macabí (Elops saurus), Sable (Trichiurus lapturus) y Mapalé (Cathorox spixii). Tesis, Universidad del Magdalena. Santa Marta: La Universidad, 1990, 166p.

2. ALVARES, R.J. Comparative Study of the Nutritional Value of Protein Ensiled Fish. La Habana: Ciencia Agrícola, 1972, 233p.

3. ARECHE, N; BERENZ, V. Inocuidad del Ensilado de Pescado en Vómito Negro, Boletín de Investigación del Instituto Pesquero del Perú. El Callao. Vol. III. No. 1 p. 26-42, 1990.

4. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURE CHEMISTS. Official Methods of Analysis. 10 ed. Washington: The association, 1970, 777p.

5. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. Official Methods of Analysis of A.O.A.C. 12 ed. Washington: The Association, 1975, 1094p.

6. AUTREY, Knodt; WILLIAMS, P. Grass and Legume Silage Studies Using Two Quart Glass Jars as Miniatura Silos Jous. 1 ed. Washington: Dairy Seizo, 1947, 775p.

7. BARENZ, V. et al. Utilización del Ensilado de Residuos de la Pesca en Dietas para Pollos de Carne, Boletín de Investigación del Instituto Pesquero del Perú, El Callao. Vol IV. No.1 p 77-104, 1994.

8. BARNET, A. Fermentación del Ensilado. Madrid: Aguilar, 1957, 248p.

9. BELLO, R; DE BASILIO, V y Fernández, Y. Desarrollo de Ensilado Biológico de Pescado y su Evaluación en Pollos de Engorde. Caracas: Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, 1991, 29p.

10. BERTULLO, E. Desarrollo del Ensilado en América Latina. Instituto de Investigación Pesquera, Universidad de la República del Uruguay. Montevideo: El Instituto, 1989, 54p.

11. BERTULLO, V. Tecnología de los Productos y Subproductos del Pescado, Moluscos y Crustáceos. Buenos Aires: Acribia, 1975, 874?p.

12. BRAVERMAN, J. Introducción a la Bioquímica de los Alimentos. Barcelona: Manual Moderno, 1980, p. 166, 188, 283, 291.

13. CARRILLO, Norman; CASTRO, Eblin y OROZCO, Alvaro. Ensayos Alimenticios en Curí (genero Cavia) Utilizando Tres Especies de Pescado, Conservadas por Ensilaje Ácido Húmedo. Tesis, Universidad del Magdalena. Santa Marta: La Universidad, 1990, 161p.
14. CARVAJAL, Guy. Microbiología de Alimentos Marinos. Lima: Instituto Tecnológico del Perú, 1991, 85p.
15. CERVIGON, Fernando. Los Peces Marinos de Venezuela. 2 ed. Caracas: Fundación Científica los Roques. 1991, Vol I, p 122, 123.
16. CHACON, Carlos; SERNA, José. El Cultivo del Maracuyá (Passiflora edulis) 3 ed. Medellin: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 199?, 32p.
17. CHACON, Carlos; SERNA, José. El Cultivo de la Piña (Ananus comusus) Medellin: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 199?, 35p.
18. CORDOBA, E; Bello, R. Procedimiento y Evaluación de Ensilaje de Pescado a Partir de la Fauna de Acompañamiento del Camarón, Archivo Latino Americano de Nutrición. Guatemala: I.N.C.A.P. Vol. XXXVI. No.3 p 523 - 535, 1968.
19. DE LA ROSA, Javier; LOPEZ, Jorge; PAREDES, Antonio. Utilización del Ensilaje de Visceras de Pescado Tratadas con Diferentes Ácidos como Fuente de Proteína Animal en Dietas para Ceba de Trucha Arco Iris (Oncorhynchus mykiss). Universidad de Nariño. Pasto, Colombia: Revista Zootecnia, 1994, p 21-26.

20. DISNEY, J.G. Recent Development in Fish Silage. Aberdeen: Torry Research Station, 1976.
21. GALLO, Jorge. Estudio Biológico Pesquero de la Bocona(Cetengraulis edentulus) en la Ciénaga Grande de Santa Marta y Mar Adyacente. Tesis, Universidad Nacional de Colombia. Santa Marta: La Universidad, 1985.
22. GROSS, F. Silos y Ensilados. Zaragoza: Acribia, 1969, 63p.
23. LACERA, Armando. Aprovechamiento de Subproductos de Tiburón (Orden Pleurotremata). Tesis (Magister). Universidad de San Carlos, Facultad de Ciencia Química y farmacia, I.N.C.A.P.- C.E.S.N.A. Guatemala: La Universidad, 1982, 115p.
24. MICROORGANISMOS DE LOS Alimentos, Métodos de Muestreo Para Análisis Microbiológicos, Principios y Aplicaciones Especificas. I.C.M.S.F. Vol. II. Zaragoza: Acribia, 198?, 215p.
25. MOSSEL, A; MORENO, B. Microbiología de Los Alimentos. 1 ed. Zaragoza: Acribia, 1984, 375p. ISBN 84 -200-0561-4.
26. ORTEGA, Eduardo; VALENCIA, Oscar y DORADO, María del P. Ensayo Sobre la Alimentación de Cachama Negra (Colossoma macropomum) con Pescado Almacenado y Preservado en Ácidos Orgánico e inorgánico (Fish Silage), Boletín Científico No.2 de Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. Santa Fe de Bogotá: El Instituto, 1994, p 46-59. ISSN No. 0121-7690.

27. RADA, Lilliana; SANCHEZ, Nury. Optimización y Control de Calidad del Jamón de Pescado en el Centro Planta Piloto Pesquera de Taganga. Tesis, Universidad del Magdalena. Santa Marta: La Universidad, 1994, 95p.

28. SEGUNDA CONSULTA de Expertos Sobre Tecnología de Productos Pesqueros en América Latina. Roma: F.A.O., Informe de Pesca No 441, 1990 p 2-4.

29. SOTO, E, PUERTAS, C STEER, G. Ensilaje Ácido (húmedo) de Pescado a Partir de Tiburón (especies más comunes de la zona), Lisa (Mugil incilis), Macabí (Elops saurus). Tesis, Universidad del Magdalena. Santa Marta: La Universidad, 1986, 80p.

30. STANSBY, Maurice. Tecnología de la Industria Pesquera. Zaragoza: Acribia, 1968, 443p.

31. TORRES, Rodrigo. Fruticultura Tropical. Bogotá: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 1982, 321p.

ANEXOS

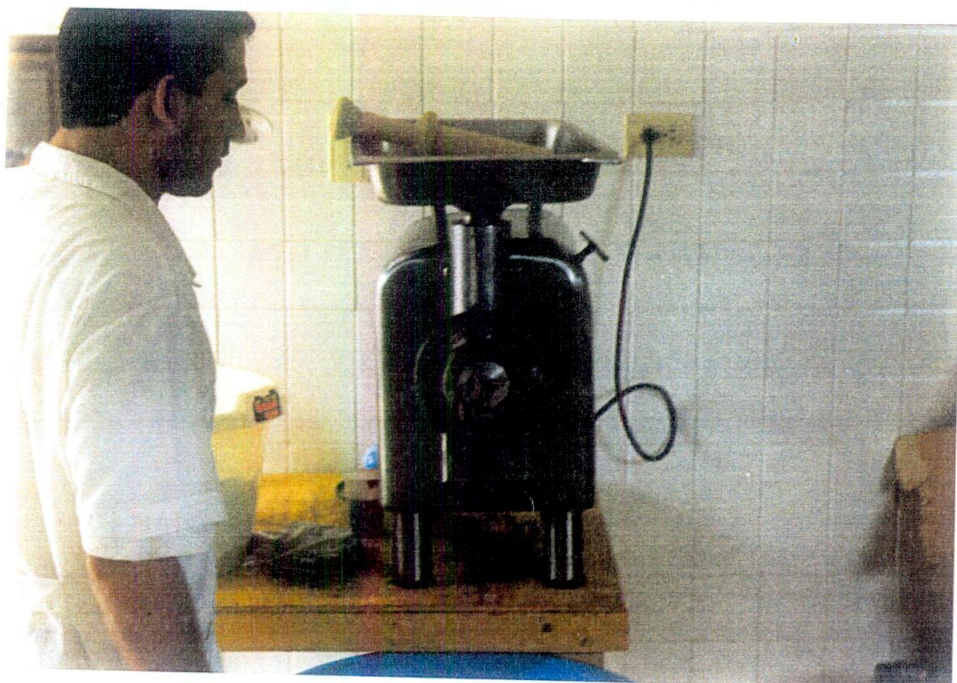
ANEXO A. Materia prima pesquera descabezada y eviscerada.



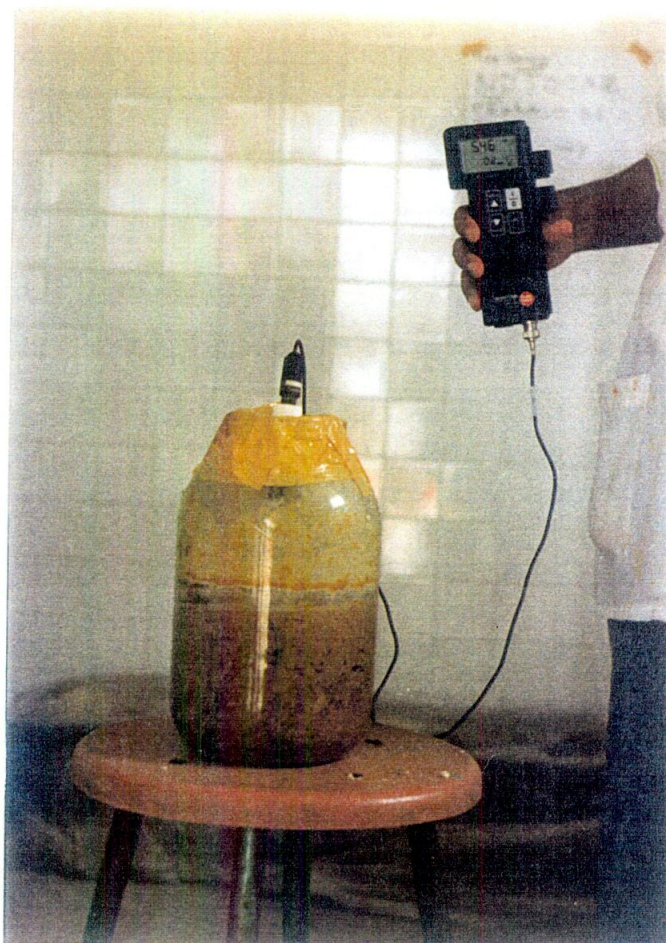
ANEXO B. Materia prima vegetal (desechos de frutas).



ANEXO C. Molienda de las materias primas.



ANEXO D. Lectura de pH, a las relaciones de Ensilaje.



ANEXO E. Diferencia de color por Empardeamiento en los Ensilajes.



ANEXO F. Diferencia en la coloración de los ensilajes, por deterioro (a la izquierda los de buena calidad).



ANEXO G. Mapa de distribución geográfica de las frutas
utilizadas en la presente investigación.



ANEXO H. Materia prima utilizada, BOCONA (*Cetengraulis edentulus*), en la presente investigación.

